



P. Le Gauffre
C. Joannis
D. Breyse
C. Gibello
J.J. Desmulliez



Lavoisier

Le Gauffre, P., Joannis, C., Breyse, D., Gibello, C., Desmulliez, J.J. (2004) *Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains. Guide méthodologique*. Paris : Lavoisier Tec&Doc, 416 p., ISBN 2-7430-0748-6

SOMMAIRE GÉNÉRAL

Table des matières	V
Préambule	IX
Contributions à l'ouvrage	XI
1. Introduction générale.....	1
PARTIE 1 : PRINCIPES MÉTHODOLOGIQUES GÉNÉRAUX	3
2. Des outils pour l'aide à la gestion des éléments du patrimoine.....	5
3. Modélisation de l'évolution du patrimoine et simulation de stratégies de gestion	21
4. Construction d'un système d'indicateurs de performance.....	49
5. Aide à la construction des programmes d'investigations et de réhabilitations	63
PARTIE 2 : ÉTUDE DES DYSFONCTIONNEMENTS ET DE LEURS IMPACTS... ..	77
6. Indicateurs et critères relatifs aux dysfonctionnements et aux impacts.....	79
PARTIE 3 : PRATIQUES ACTUELLES ET MISE EN ŒUVRE DE L'APPROCHE PROPOSÉE	147
7. Résultats de l'enquête réalisée auprès de gestionnaires français.....	149
8. Données pour la gestion du patrimoine.....	163
PARTIE 4 : EXPÉRIMENTATIONS ET PERSPECTIVES.....	191
9. Expérimentation et évaluation des indicateurs.....	193
10. Perspectives	205
ANNEXES.....	213
Annexe 1. Fiches des indicateurs et des critères.....	215
Annexe 2. Glossaire	359
Annexe 3. Prise en compte des performances prescrites dans la norme NF EN 752-2	371

Annexe 4. Extraits de la norme NF EN 13508-1 : Détermination de l'état des réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments – Partie 1 : Exigences générales	373
Annexe 5. Mise en relation des ensablements, bouchages, réductions de capacité hydraulique avec les débordements, déversements et mises en charge	377
Annexe 6. Correspondance entre la norme NF EN 13508-2 (système de codage des inspections visuelles) et le glossaire de l'AGHTM	381
Annexe 7. Les indicateurs de performance proposés par l'IWA (<i>International Water Association</i>) et par le projet européen CARE-S	391
Liste des abréviations utilisées	397
Références bibliographiques	399
Index des figures	405
Index des tableaux	407
Index alphabétique	413

TABLE DES MATIÈRES

Préambule	IX
Contributions à l'ouvrage	XI
1. Introduction générale.....	1
PARTIE 1 : PRINCIPES MÉTHODOLOGIQUES GÉNÉRAUX	3
2. Des outils pour l'aide à la gestion des éléments du patrimoine.....	5
2.1 Champ d'application de ce guide méthodologique.....	5
2.2 Les besoins	7
2.2.1 L'évaluation menée au Québec	7
2.2.2 L'évaluation menée en Grande-Bretagne	9
2.2.3 L'évaluation menée en Allemagne	10
2.2.4 Évaluations menées en France.....	11
2.3 Les fonctions du tableau de bord proposé	14
2.4 Mode d'emploi du guide méthodologique.....	18
3. Modélisation de l'évolution du patrimoine et simulation de stratégies de gestion	21
3.1 Comment satisfaire les besoins des gestionnaires ?	21
3.1.1 Premier niveau : visualisation et évaluation	23
3.1.2 Deuxième niveau : simulation des évolutions	23
3.1.3 Troisième niveau : comparaison de stratégies.....	23
3.1.4 Quatrième niveau : modélisation.....	24
3.2 Un prototype de simulateur : pourquoi et comment ?	24
3.3 Illustration des fonctionnalités du démonstrateur	27
3.3.1 Généralités sur le réseau et la conduite des simulations.....	27
3.3.2 Premier niveau : visualisation (tableau de bord)	28
3.3.3 Premier niveau : visualisation - évaluation de la qualité de l'information disponible.....	32
3.3.4 Deuxième niveau : simulation des évolutions	34
3.3.5 Troisième niveau : simulation de stratégies de gestion	36
3.3.6 Quatrième niveau : modélisation.....	40
3.3.7 Du démonstrateur à un outil opérationnel de simulation.....	45
4. Construction d'un système d'indicateurs de performance.....	49
4.1 Défauts, dysfonctionnements et impacts.....	49
4.2 Les données utilisées en entrée de la méthode.....	51
4.3 Principes de construction des indicateurs	53
4.3.1 Indicateurs simples	53
4.3.2 Indicateurs composites	55

VI Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains

4.4 Estimation des dysfonctionnements à partir de l'état observé ou estimé d'un tronçon	56
4.4.1 Estimation des dysfonctionnements à partir de l'état observé	56
4.4.2 Estimation des dysfonctionnements à partir de l'état estimé d'un tronçon	57
4.5 Indicateurs de vulnérabilité	58
4.6 Indicateurs d'impact	59
4.6.1 Impacts définis à l'échelle du tronçon	59
4.6.2 Impacts définis à l'échelle du secteur	60
5. Aide à la construction des programmes d'investigations et de réhabilitations	63
5.1 Formation des critères pour la hiérarchisation des inspections et des réhabilitations	63
5.2 Hiérarchisation multicritère des investigations et des réhabilitations	69
5.2.1 Synthèse des critères d'investigation ou des critères de réhabilitation	69
5.2.2 Mise à jour des critères et définition des priorités d'investigations	70
5.3 Apports et limites du guide méthodologique pour la définition des problèmes et le choix de solutions de réhabilitation	73

PARTIE 2 : ÉTUDE DES DYSFONCTIONNEMENTS ET DE LEURS IMPACTS... 77

6. Indicateurs et critères relatifs aux dysfonctionnements et aux impacts	79
6.1 Le dysfonctionnement <i>infiltration</i> (INF)	81
6.2 Le dysfonctionnement <i>exfiltration</i> (EXF)	89
6.3 Le dysfonctionnement <i>réduction de la capacité hydraulique</i> (HYD)	93
6.4 Le dysfonctionnement <i>débordement</i> (DEB)	100
6.5 Le dysfonctionnement <i>déversement</i> (DEV)	104
6.6 Le dysfonctionnement <i>ensablement</i> (ENS)	108
6.7 Le dysfonctionnement <i>bouchage</i> (BOU)	116
6.8 Le dysfonctionnement <i>dégradation du complexe sol-conduite</i> (DSC)	124
6.9 Le dysfonctionnement <i>dégradation de la conduite par attaque chimique</i> (ATC)	128
6.10 Le dysfonctionnement <i>dégradation de la conduite par intrusion de racines</i> (RAC)	131
6.11 Le dysfonctionnement <i>dégradation de la conduite par abrasion</i> (ABR)	134
6.12 Le dysfonctionnement <i>altération de l'intégrité structurale – effondrement</i> (EFF)	137
6.13 L'impact <i>pollution des eaux de surface</i> (POL)	140
6.14 L'impact <i>pollution du sol et des eaux souterraines</i> (PON)	142
6.15 L'impact <i>nuisances d'origine hydraulique</i> (NUH)	143
6.16 L'impact <i>nuisances diverses (sur le trafic...)</i> (TRA)	144
6.17 L'impact <i>dommages au bâti</i> (DOB)	144
6.18 Les impacts <i>surcoûts d'exploitation du réseau</i> (CXR) et <i>surcoûts d'exploitation de la station</i> (CXS)	145
6.19 L'impact <i>coût de la réduction de la durée de vie des conduites</i> (CDV)	146

PARTIE 3 : PRATIQUES ACTUELLES ET MISE EN ŒUVRE DE L'APPROCHE PROPOSÉE 147

7. Résultats de l'enquête réalisée auprès de gestionnaires français	149
7.1 La connaissance du patrimoine non visitable	150
7.2 Les procédures de décision	153
7.3 Les échelles de décision	156
7.4 L'évaluation de l'efficacité des interventions	157

7.5 La programmation des actions	157
7.6 Les contours d'un outil d'aide au gestionnaire	160
8. Données pour la gestion du patrimoine.....	163
8.1 Orientations pour la gestion des données sur le patrimoine	163
8.1.1 Références	164
8.1.2 Codification	164
8.1.3 Qualité des informations	165
8.1.4 Des données aux bases de données	166
8.2 Quelles données ?	166
8.3 La collecte de données pour l'évaluation des indicateurs	174
8.3.1 Cas de la Communauté Urbaine de Strasbourg	174
8.3.2 Cas de la Communauté Urbaine du Grand Lyon	178
8.3.3 Cas de la Communauté Urbaine de Lille	185
PARTIE 4 : EXPÉRIMENTATIONS ET PERSPECTIVES.....	191
9. Expérimentation et évaluation des indicateurs.....	193
9.1 Calage des indicateurs évalués à partir d'une inspection visuelle	193
9.2 Étude de la répartition des désordres pour l'orientation vers une réparation ou une rénovation	199
9.3 Les fonctions de survie.....	201
9.3.1 La construction des fonctions de survie	201
9.3.2 L'utilisation des fonctions de survie.....	203
10. Perspectives	205
10.1 Apports du guide méthodologique et développements futurs	205
10.1.1 Un cadre de référence	205
10.1.2 Calage et validation du système d'indicateurs	205
10.2 Outils développés dans le cadre du projet européen CARE-S	208
10.3 Des perspectives d'exploitation des données	210
ANNEXES.....	213
Annexe 1. Fiches des indicateurs et des critères.....	215
Le dysfonctionnement <i>infiltration</i> et ses impacts	224
Le dysfonctionnement <i>exfiltration</i> et ses impacts	245
Le dysfonctionnement <i>réduction de la capacité hydraulique</i> et ses impacts.....	257
Le dysfonctionnement <i>débordement</i> et ses impacts	272
Le dysfonctionnement <i>déversement</i> et ses impacts	281
Le dysfonctionnement <i>ensablement</i> et ses impacts.....	291
Le dysfonctionnement <i>bouchage</i> et ses impacts	307
Le dysfonctionnement <i>dégradation du complexe sol-conduite</i> et ses impacts	321
Le dysfonctionnement <i>dégradation par attaque chimique</i> et ses impacts.....	331
Le dysfonctionnement <i>dégradation par intrusion de racines</i> et ses impacts	338
Le dysfonctionnement <i>dégradation par abrasion</i> et ses impacts	343
Le dysfonctionnement <i>effondrement</i> et ses impacts	348
Annexe 2. Glossaire	359

Annexe 3. Prise en compte des performances prescrites dans la norme NF EN 752-2	371
Annexe 4. Extraits de la norme NF EN 13508-1 : Détermination de l'état des réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments – Partie 1 : Exigences générales.....	373
Annexe 5. Mise en relation des ensablements, bouchages, réductions de capacité hydraulique avec les débordements, déversements et mises en charge.....	377
Annexe 6. Correspondance entre la norme NF EN 13508-2 (système de codage des inspections visuelles) et le glossaire de l'AGHTM.....	381
Annexe 7. Les indicateurs de performance proposés par l'IWA (<i>International Water Association</i>) et par le projet européen CARE-S	391
Liste des abréviations utilisées	397
Références bibliographiques	399
Index des figures	405
Index des tableaux	407
Index alphabétique	413

PRÉAMBULE

Ce guide méthodologique a été élaboré dans le cadre du projet national RERAU (« *Réhabilitation des Réseaux d'Assainissement Urbains* »), par les partenaires de l'Action 2 (« *Méthodologie de gestion* ») de l'Opération RERAU 5/6 (« *Réseaux non visitables* »).

Faisant suite aux travaux consacrés à l'évaluation structurelle (RERAU 1) et à la restructuration (RERAU 4) des collecteurs visitables (RERAU, 1998, 2002, 2004), le présent guide propose des éléments méthodologiques qui portent sur l'observation, l'évaluation et la réhabilitation d'un réseau d'assainissement considéré dans son ensemble : aspects structurels, fonctionnels et environnementaux, étudiés à l'échelle d'un tronçon de réseau, d'un secteur du réseau (plusieurs tronçons ou bassin versant), ou du réseau global.

Les propositions visent à constituer une aide à l'organisation des investigations et des réhabilitations nécessaires au maintien ou au rétablissement d'un niveau de service satisfaisant.

Le principe de développement durable, ou de gestion durable, nous invite à préciser l'objectif de la manière suivante : il s'agit d'une part de contribuer à maintenir ou rétablir un niveau de service satisfaisant pour les usagers d'aujourd'hui, il s'agit d'autre part de garantir un niveau de service satisfaisant et un coût acceptable pour les usagers de demain.

En d'autres termes, l'enjeu du développement d'outils méthodologiques pour la gestion des infrastructures de services publics réside dans la mise en place ou la consolidation de pratiques de gestion patrimoniale : **constituer et maintenir un patrimoine de données et de connaissances, pour maintenir un patrimoine physique et anticiper les besoins futurs**. Garantir la qualité du service de demain apparaît comme une mission complémentaire et autonome vis-à-vis de la mission de délivrance du service aujourd'hui.

Observer et évaluer un réseau, prévoir son évolution, enrichir et fiabiliser les données et les modèles de ce réseau, définir les actions de réhabilitation à mener, constituent des volets indispensables et complémentaires d'une gestion patrimoniale. Le présent guide propose des éléments méthodologiques vis-à-vis de ces différentes questions :

- indicateurs de performance et critères de décision pour la programmation des investigations ;

X Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains _____

- indicateurs de performance et critères de décision pour la programmation d'actions de réhabilitation ;
- principes de construction et d'utilisation de modèles de vieillissement des conduites ;
- esquisse d'indicateurs relatifs à la qualité du patrimoine immatériel : données et modèles du patrimoine physique ;
- mise en perspective de ces outils à l'aide d'un démonstrateur informatique pour la simulation de programmes de gestion.

Ces propositions méthodologiques s'appuient sur les documents de principe tels que les normes NF EN 752-1 à -7. En outre, ce guide a été élaboré durant les années 2000 à 2004, en parallèle avec des démarches complémentaires menées au niveau national ou au niveau international : normes françaises (NF P15 900-1 et -2) ou européennes (NF EN 13508-1 et -2), manuel de bonne pratique et indicateurs de performance élaborés par l'*International Water Association* (Matos *et al.*, 2003), recommandations françaises « *La ville et son assainissement* » (CERTU, 2003). Nous proposons dans ce guide quelques éléments de synthèse qui visent à expliciter la complémentarité des préconisations fournies par ces différents documents.

CONTRIBUTIONS À L'OUVRAGE

AUTEURS PRINCIPAUX

Le travail de recherche et la rédaction de cet ouvrage ont été organisés par les animateurs de trois groupes de travail et par le coordinateur général de l'action :

- Pascal LE GAUFFRE, INSA de Lyon (coordinateur) ;
- Claude JOANNIS, LCPC (animateur d'un GT) ;
- Denys BREYSSE, Université Bordeaux 1 (animateur d'un GT) ;
- Claire GIBELLO, Grand Lyon (co-animateur d'un GT) ;
- Jean-Jacques DESMULLIEZ, Lille Métropole Communauté Urbaine (co-animateur d'un GT).

AUTRES AUTEURS

D'autres participants aux groupes de travail ont contribué aux travaux de recherche et à la rédaction de certains chapitres : Jean-Michel BERGUE (Ministère de l'Équipement, Directeur technique du projet national RERAU), Max LAMPLE (communauté d'agglomération Caen la mer), Yves LE GAT (Cemagref), Franck SCHOEFS (Université de Nantes), Elisio VASCONCELOS (Lille Métropole & Université Bordeaux 1), Cathy WEREY (U.M.R. Cemagref-ENGEES GSP), Materne WOLFF (Communauté urbaine de Strasbourg).

AUTRES CONTRIBUTIONS

Pour le temps qu'ils ont bien voulu consacrer à l'enquête dont les résultats sont présentés au chapitre 7, nous remercions chaleureusement : Jacques ALBERTEAU (Sogreah Praud), Messieurs ARTILLAN et GORRIAS (Marseille Provence Métropole), le regretté Bernard CHOLIN (SIAH du Croult et du Petit Rosne), Luis COELHO (Communauté Urbaine de Nantes), Philippe CUCHET (Grand Nancy), Serge DOAN VAN (Lyonnaise des Eaux), André JOIE (ISA BTP Anglet), Patrick LABAN (Communauté Bayonne-Anglet-Biarritz), Christian LAPLAUD (G2C Environnement), Jean-Luc LÉCART (Agglomération de Rouen), Philippe MAGNIER (Amiens Métropole), Thierry REVAUX (Saunier Techna), Patrick RICHER (District d'Agglomération de Montargis).

Enfin, pour leurs contributions diverses à cet ouvrage, nous tenons à remercier : Jean-Charles BRUYELLE, Olivier FRANÇOIS (District de l'agglomération Roannaise), Thierry FOLLIOU et Olivier PEGON (IMEDIA), Yves RUPERD (CETE Sud-Ouest), Katia LAFFRÉCHINE (Université de Marne-la-Vallée).

XII Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains _____

Page gauche blanche

1. INTRODUCTION GÉNÉRALE

Cet ouvrage consacré à la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains, dont les objectifs généraux sont exposés dans le préambule, est structuré en dix chapitres regroupés au sein de quatre parties.

La première partie traite des *principes méthodologiques généraux* : pourquoi et comment élaborer un tableau de bord pour la conduite d'une gestion patrimoniale ? Un chapitre est également consacré à illustrer et mettre en perspective ces principes, à l'aide de résultats issus d'un démonstrateur informatique.

La deuxième partie aborde dans le détail l'approche proposée pour étudier chacun des dysfonctionnements et des impacts liés à l'état de santé des conduites d'un réseau d'assainissement urbain. Chacun des indicateurs de performance et des critères de décision proposés pour mettre en œuvre cette approche fait l'objet d'une fiche. Ces fiches ne sont pas présentées dans le texte principal mais sont regroupées en annexe 1.

La troisième partie comprend deux chapitres : l'un est consacré à la présentation des résultats de l'enquête menée auprès de gestionnaires français, concernant leurs pratiques et leurs souhaits en matière d'outils d'aide à la gestion du patrimoine, l'autre est consacré à des propositions relatives à la collecte de données et à la constitution de bases de données pour la mise en œuvre des propositions de ce guide.

Enfin, la quatrième partie propose quelques résultats d'expérimentations puis une esquisse des recherches et des expérimentations nécessaires ou utiles pour compléter les travaux à l'origine de ce guide méthodologique.

Le texte principal est complété par plusieurs annexes :

- l'ensemble des fiches des indicateurs et des critères définis ;
- un glossaire ;
- des extraits de normes relatives à la réhabilitation des réseaux d'assainissement ;
- des principes d'étude des dysfonctionnements hydrauliques ;
- un aperçu de la norme NF EN 13508-2 relative au codage des inspections visuelles ainsi qu'une comparaison avec le glossaire de l'AGTHM ;
- une présentation des indicateurs de performance proposés par l'*International Water Association*, complémentaires de ceux proposés dans le présent guide.

Page gauche blanche

PARTIE 1

PRINCIPES MÉTHODOLOGIQUES GÉNÉRAUX

Cette première partie est axée sur la présentation et l'illustration de principes de gestion du patrimoine.

Elle comprend quatre chapitres :

Le chapitre 2 « **Des outils pour l'aide à la gestion des éléments du patrimoine** » vise à définir précisément les objectifs et la portée des propositions de ce guide. Nous proposons une synthèse des résultats de quelques études portant sur des patrimoines nationaux, puis nous examinons les problèmes de décision relatifs à la gestion patrimoniale d'un réseau d'assainissement : études nécessaires et informations à collecter ou à générer pour constituer un tableau de bord d'aide à la gestion. Enfin, nous présentons un mode d'emploi de cet ouvrage (où trouver quoi ?).

Le chapitre 3 « **Modélisation de l'évolution du patrimoine et simulation de stratégies de gestion** » propose une mise en perspective de la démarche préconisée dans ce guide. Avant d'examiner la méthodologie permettant d'élaborer un tableau de bord, nous proposons une simulation / illustration des modes d'utilisation d'un tel outil. (La lecture de ce chapitre n'est pas requise pour aborder les chapitres suivants.)

Le chapitre 4 « **Construction d'un système d'indicateurs de performance** » expose les différentes notions formalisées et utilisées dans ce guide : défauts, dysfonctionnements, vulnérabilités, impacts, indicateurs, critères, échelles d'acquisition des informations, etc.

Le chapitre 5 « **Aide à la construction des programmes d'investigations et de réhabilitations** » est consacré à la formulation des critères de décision, puis à leur utilisation pour une hiérarchisation multicritère des investigations et des réhabilitations. Enfin, en référence à la norme NF EN 752-5, et à l'aide des critères de décision précédemment définis, nous précisons les apports et les limites du guide méthodologique, et sa complémentarité avec le guide « *La ville et son assainissement* ».

4 Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains _____

Page gauche blanche

2. DES OUTILS POUR L'AIDE À LA GESTION DES ÉLÉMENTS DU PATRIMOINE

2.1 CHAMP D'APPLICATION DE CE GUIDE MÉTHODOLOGIQUE

Afin de définir précisément les objectifs et la portée des propositions de ce guide, nous commencerons par présenter quelques articulations entre le présent guide et les normes ou recommandations qui lui sont très directement liées.

La norme NF EN 752-5 « Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments, Partie 5 : Réhabilitation » définit la variété des solutions de réhabilitation des réseaux d'assainissement (§8). « Solutions hydrauliques », « solutions environnementales » et « solutions structurelles » constituent les trois grandes familles d'actions réalisables pour « restaurer ou améliorer les performances d'un réseau d'évacuation et d'assainissement ». Ces différentes formes de réhabilitation ne sont pas toutes abordées dans ce guide.

La figure 1 précise de manière schématique le champ d'application du guide. Nous distinguons tout d'abord les objectifs poursuivis : limiter les impacts (ou les risques d'impacts) du fonctionnement du système (A1) ou sur l'environnement immédiat des conduites (A2). Les impacts du fonctionnement du système dépendent des conditions de fonctionnement du système d'assainissement (B) qui peuvent être améliorées par trois démarches complémentaires : par une reconception du système (C), par les pratiques d'entretien (D), par les actions menées sur l'état de santé des éléments du patrimoine (E). Les risques ou impacts sur l'environnement immédiat de chaque conduite (A2) dépendent directement de l'état de santé de celle-ci (E).

Ce guide vise à fournir des éléments de méthode pour :

- l'observation : acquisition et mémorisation d'informations relatives à l'état des éléments du patrimoine, au fonctionnement du système d'assainissement, et aux impacts (ou risques) induits par ce fonctionnement ;
- la modélisation : étude du fonctionnement du système pour la définition des sources de dysfonctionnements ou pour l'évaluation de risques, et étude du vieillissement des conduites ;
- la conception des **plans d'entretien** et des **programmes de réhabilitation** relatifs aux **éléments** du patrimoine.

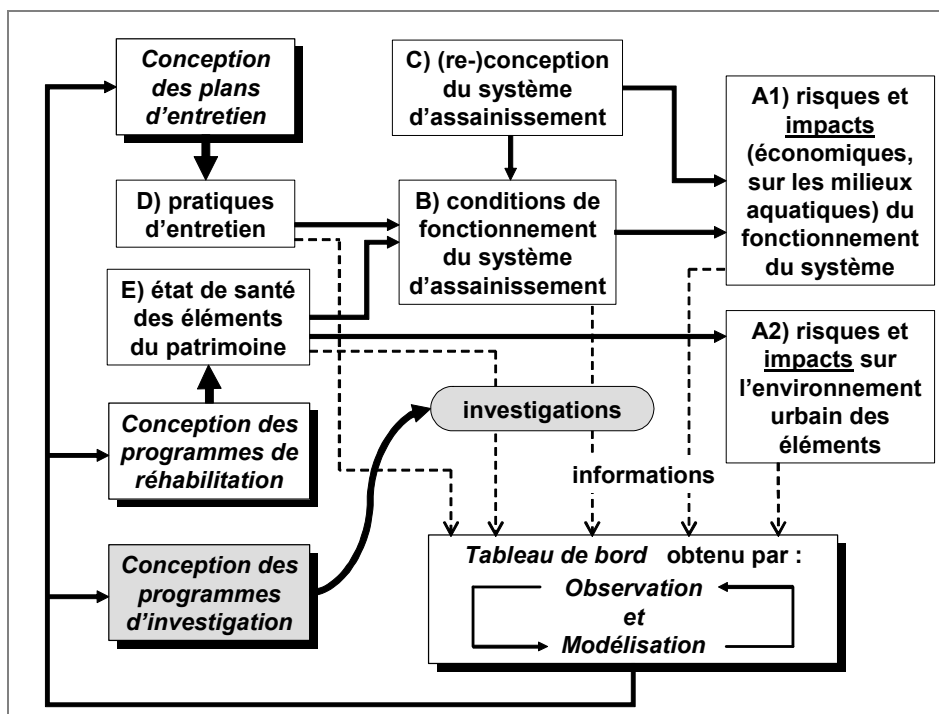


Figure 1 : domaine d'action visé par le guide méthodologique RERAU5/6.

(Les quatre rectangles ombrés représentent les quatre niveaux de contributions du guide : propositions pour la constitution d'un tableau de bord documenté par observation et par modélisation, aide à la programmation des investigations, aide à la conception des plans d'entretien, aide à la conception des programmes de réhabilitation.)

L'observation et la modélisation permettent de constituer un **tableau de bord** – regroupant des informations sur l'état de santé, sur le fonctionnement du système, et sur les impacts ou risques – sur lequel va s'appuyer la conception des plans d'entretien (en particulier l'organisation des activités de curage) et la conception des programmes de réhabilitation (le choix des conduites à réparer, rénover ou remplacer).

Ce tableau de bord va également servir à concevoir les plans d'investigation. Par exemple, la définition des programmes d'inspection visuelle (le choix des conduites devant faire l'objet d'une première ou d'une nouvelle inspection) dépend simultanément des informations disponibles sur le fonctionnement du système (par exemple la connaissance de bouchages ou de mises en charge) et d'informations issues de la modélisation (par exemple la présomption de désordres, obtenue par un modèle de vieillissement, ou encore un calcul de ligne d'eau pour définir les tronçons susceptibles de provoquer un débordement observé). Comme l'indiquent les deux flèches reliant observation et modélisation, la modélisation fournit des éléments utiles à l'organisation des investigations, mais la qualité des résultats fournis par la modélisation dépend également des observations réalisées. Les campagnes d'investigation doivent aussi être

conçues avec ce souci de constituer un patrimoine de connaissances (des modèles) utiles à la gestion du patrimoine physique.

La (re-)conception ou réhabilitation du **système** d'assainissement (construction de collecteurs supplémentaires, mise en œuvre de techniques alternatives pour la gestion des eaux pluviales, ou encore mise en place d'une gestion en temps réel, etc.) n'est pas traitée dans ce guide. Les études nécessaires à la mise en œuvre de ces actions de réhabilitation du système d'assainissement font l'objet des préconisations du guide « *La ville et son assainissement* » (CERTU, 2003). Au titre 5.3 nous présentons plus en détail la complémentarité des deux guides méthodologiques vis-à-vis de l'élaboration d'un programme de réhabilitation intégrant d'une part des actions de réhabilitation du système d'assainissement, et d'autre part des actions de réhabilitation des éléments de ce système.

Ce guide se concentre donc sur la gestion des éléments du patrimoine. En outre, les seuls éléments pris en compte ici sont les **conduites** du réseau d'assainissement. Les équipements (vannes, pompes, etc.) et les ouvrages spéciaux (déversoirs, chambres de dessablement, etc.) ne sont pas étudiés. Les regards et les branchements pourraient être traités de manière analogue à ce qui est proposé pour les conduites. Leur état de santé est étudié avec l'état de santé des conduites à travers les indicateurs de performance qui sont évalués à l'échelle d'un bassin versant.

2.2 LES BESOINS

2.2.1 L'évaluation menée au Québec

En 1997, l'INRS-Urbanisation et l'INRS-Eau ont réalisé, pour le compte du Ministère des Affaires Municipales du Québec, deux études parallèles portant sur l'état et le vieillissement des réseaux d'assainissement. Les conclusions communes de ces deux démarches d'évaluation sont les suivantes : « *le rythme auquel les municipalités ayant les réseaux d'égout les plus anciens remplacent présentement leurs conduites ne leur permettra vraisemblablement pas d'éviter à long terme une dégradation généralisée* ». (Villeneuve & Hamel, 1998). En 20 ans, et sans remplacement, le linéaire de réseau d'égout en mauvais état devrait atteindre 49 % (estimé à 30 % en 1997). Maintenir sur 20 ans un état comparable à l'état présent nécessiterait un taux de remplacement annuel de 0,6 %.

Les principales observations de l'étude par enquête menée par l'INRS-Urbanisation sont présentées dans le Tableau 1.

L'étude de l'INRS-Eau (Tableau 2) s'est appuyée quant à elle sur les données fournies par quelques villes témoins. À partir des résultats d'inspections télévisées, chaque tronçon de conduite est considéré en mauvais ou bon état en fonction de la présence ou non d'un défaut structural majeur. Ces données permettent de construire un modèle de vieillissement (pourcentage de conduites en mauvais état en fonction de l'âge) correspondant à un taux annuel de défaillance constant λ . Le calage réalisé donne les valeurs suivantes : $\lambda_{\text{MOYEN}} : 0,90 \% / \text{an}$; $\lambda_{\text{INF}} : 0,37 \% / \text{an}$; $\lambda_{\text{SUP}} : 1,40 \% / \text{an}$.

Le modèle est ensuite appliqué aux villes ayant fourni une information suffisante sur leur patrimoine, puis les résultats sont extrapolés sur l'ensemble de la province (hormis Montréal qui est considéré par les auteurs comme un cas particulier).

Tableau 1 : synthèse des 165 réponses à l'enquête de l'INRS-Urbanisation

Conduites posées avant 1945 (plus de 50 ans)	12 % du linéaire total
Conduites posées dans la période 1945 – 1960	17 % du linéaire total
Conduites posées dans la période 1961 – 1975	32 % du linéaire total
Conduites posées dans la période 1976 – 1996	39 % du linéaire total
Fréquence des refoulements inconnue	20 % du linéaire étudié
Niveau d'infiltration inconnu	33 % du linéaire étudié
Fréquence des refoulements négligeable	47 % du linéaire étudié
Niveau d'infiltration négligeable	48 % du linéaire étudié
Fréquence de refoulement intolérable	2 % du linéaire dont l'état est connu
Niveau d'infiltration intolérable	4 % du linéaire dont l'état est connu
Fréquence de refoulement ou niveau d'infiltration intolérable, pour les conduites posées avant 1945	15 % des conduites posées avant 1945
Fréquence de refoulement ou niveau d'infiltration intolérable, pour les conduites posées entre 1961 et 1975	6 % des conduites posées entre 1961 et 1975
Conduites en grès, argile ou terre cuite présentant un niveau d'infiltration intolérable	26 % des conduites en grès, argile ou terre cuite ; 44 % des conduites présentant un niveau d'infiltration intolérable

Tableau 2 : application du modèle de l'INRS-Eau sur les 133 villes étudiées et extrapolation pour la province de Québec

	Pour les 133 villes étudiées	Pour la province de Québec (excluant Montréal)
Population totale concernée	2 310 421 habitants dont 85 % sont raccordés	5 000 000 habitants raccordés
Linéaire de réseau d'égout	14 442 km 7,3 m / habitant raccordé	36 500 km
Pourcentage moyen de linéaire de réseau d'égout en mauvais état en 1997	30 % ± 15 % (4 450 km ± 2 500 km)	30 % ± 15 % (11 000 km ± 5 500 km)
Pourcentage moyen de linéaire de réseau d'égout en mauvais état en 2020, en fonction du scénario (taux) de remplacement R :	(Pour l'hypothèse moyenne : $\lambda = 0,0090$ / an)	
Scénario 1 : $R = 0$ %	49 %	
Scénario 2 : $R = 0,6$ % ($\pm 0,2$ % selon hyp. / λ)	30 % ; maintien de l'état actuel	
Scénario 3 : $R = 1,0$ % ($\pm 0,5$ % selon hyp. / λ)	14 % ; diminution de moitié du linéaire en mauvais état	
Scénario 4 : $R = 1,5$ % ($\pm 0,5$ % selon hyp. / λ)	5 %	

2.2.2 L'évaluation menée en Grande-Bretagne

Le Tableau 3 présente l'évaluation de l'état des patrimoines en Angleterre et au Pays de Galles, réalisée par l'OFWAT (*Office of Water Services*), organisme chargé de la régulation (contrôle de la qualité du service et des prix), à partir des « *Strategic Business Plans* » fournis par les compagnies privées. Il est à noter que pour cette évaluation une distinction est faite entre « *non-critical sewers* » et « *critical sewers* » (collecteurs critiques, c'est-à-dire pour lesquels la réhabilitation après effondrement s'avère beaucoup plus coûteuse qu'avant ruine et/ou pour lesquels l'effondrement induit des perturbations importantes).

L'évaluation conduite par l'OFWAT montre que 10 % des tronçons critiques sont considérés en mauvais ou très mauvais état structurel (niveaux 4 et 5), et 6 % des tronçons critiques n'assurent plus un niveau de service suffisant.

Tableau 3 : évaluation de l'état des patrimoines d'assainissement en Angleterre et au Pays de Galles, d'après l'OFWAT (2000)

Réseaux d'assainissement - Évaluation globale pour l'Angleterre et le Pays de Galles (mars 1998)					
Collecteurs critiques					
Patrimoine :					
≤ 150 mm	≤ 300 mm	≤ 600 mm	≤ 900 mm	> 900 mm	Total (km)
5900	27 800	18 800	7900	9400	69 800
État du patrimoine					
Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5	Valeur (Md £)
60 %	17 %	13 %	8 %	2 %	43
Performances : 94 % des collecteurs délivrent un service satisfaisant					
Collecteurs non critiques					
Patrimoine :					
≤ 150 mm	≤ 300 mm	≤ 600 mm	Total (km)		
98 000	116 000	18 000	232 000		
État du patrimoine					
Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5	Valeur (Md £)
58 %	19 %	13 %	8 %	2 %	61
Performances : 94 % des collecteurs délivrent un service satisfaisant					
Définition des niveaux d'état de santé :					
- Niveau 1 : pas de défaut structurel ;					
- Niveau 2 : pour les collecteurs en brique, fissures de faible ampleur mais pas de déformation ou de briques manquantes ; pour les autres collecteurs, quelques fissures circulaires ou quelques joints peu défectueux ;					
- Niveau 3 : pour les collecteurs en brique, légère déformation, briques déplacées, quelques branchements défectueux ; pour les autres collecteurs, déformation (< 5 %), fissures ou joints défectueux ou modification du profil en long ou branchements mal réalisés ;					
- Niveau 4 : pour les collecteurs en brique, déformation (< 10 %), quelques briques manquantes ou légère modification du profil en long ou nombreux branchements mal réalisés ;					
- Niveau 5 : collecteurs effondrés ou très déformés, radier manquant ou parois manquantes.					

En complément de cette évaluation des patrimoines, le Tableau 4 présente un bilan des travaux réalisés sur les collecteurs critiques entre 1991 et 1999.

Tableau 4 : travaux relatifs aux collecteurs critiques (OFWAT, 2000)

Année :	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99
Activité (km)								
Rénovation	131	89	59	80	104	143	178	182
Remplacement	165	146	111	68	76	105	92	80
Nouveaux collecteurs	507	455	334	350	228	272	212	372
Total (km)	803	690	504	498	408	520	482	634

2.2.3 L'évaluation menée en Allemagne

L'ATV-DVWK association allemande pour l'eau, l'assainissement et les déchets a réalisé en 1984/85 sa première enquête sur l'état des réseaux d'assainissement. En 2001 a eu lieu la quatrième édition (Berger & Wittner, 2002). Il faut préciser que les quatre enquêtes successives ont été réalisées sur des échantillons différents.

Cette dernière enquête a été réalisée sur 162 communes ou « syndicats » d'assainissement, qui représentent 21,6 millions d'habitants, soit 27 % de la population allemande. 8 % des réponses proviennent de l'ex RDA, 10 % des communes de l'échantillon ont moins de 10 000 habitants et 15 % plus de 250 000 habitants.

L'ensemble des réseaux d'assainissement d'Allemagne représente 445 731 km, (226 532 km en unitaire, 134 312 km de réseau eaux usées et 84 887 de réseau pluvial) et l'enquête a été réalisée sur 80 141 km, soit environ 18 % du linéaire total.

Les résultats de l'enquête montrent que 70 % des réseaux ont été posés durant les 50 dernières années et qu'il reste 5 % de tuyaux âgés de 100 ans et plus. Une grande différence existe entre les parties Ouest et Est du pays : dans la première, 50 % des réseaux datent d'avant la seconde guerre mondiale mais la proportion de canalisations posées durant les 25 dernières années est plus élevée que dans la seconde. En ce qui concerne les matériaux, il s'agit essentiellement de béton et béton armé et de grès.

Une partie de l'enquête a porté sur les inspections. 80 % des services enquêtés ont mis en place des programmes d'inspection. Le Tableau 5 indique la répartition des communes enquêtées selon les fréquences d'inspection. On constate que plus de la moitié des conduites sont inspectées tous les 10 ans, et environ un quart avec une périodicité inférieure à 10 ans.

Tableau 5 : répartition des communes selon la fréquence d'inspection

	fréquence d'inspection				Nombre de réponses
	< 5 ans	5-10 ans	10 ans	> 10 ans	
Conduites DN < 800	7	15	58	21	116
Conduites DN ≥ 800	6	21	53	21	112
Regards de visite	27	20	39	14	100

Dans cette dernière enquête, le nombre des défauts investigués a été volontairement réduit à la liste des défauts principaux suivants : branchement défectueux (27 %), fissure (19 %), joint non étanche (10 %), racines (7 %), obstacle (9 %), déviation (10 %), corrosion (7 %), autres (11 %).

L'évaluation de l'état est faite par 75 % des communes selon les directives éditées par l'ATV en 1999, qui traduit les défauts en 5 classes d'urgence d'intervention :

- 0 = intervention d'urgence :
 - 1 = intervention à court terme :
 - 2 = intervention à moyen terme :
 - 3 = intervention à long terme :
 - 4 = ne rien faire :
- } 7 % des conduites de l'échantillon
10 % des conduites de l'échantillon
14 % des conduites de l'échantillon
69 % des conduites de l'échantillon

Alors qu'en 1984/85, période de la première enquête, seules 30 % des conduites avait été inspectées, on considère actuellement qu'en moyenne 75 % des réseaux ont été inspectés. De ce fait, la prévision de l'évolution du patrimoine et des enveloppes budgétaires nécessaires à son renouvellement s'est affinée.

En 2000, les travaux de réhabilitation ont représenté un montant de 1,64 milliard d'euros, composés à 53 % de renouvellement pur, et, dans la moitié des cas de rénovation, les travaux ont été réalisés avec ouverture de tranchée. Si l'on considère les 17 % de réseaux qui devraient être réhabilités à court ou moyen terme, cela représente un montant d'environ 45 milliards d'euros.

2.2.4 Évaluations menées en France

L'étude conduite en 2002 par l'Office International de l'Eau (Berland & Juery, 2002), pour le compte de la Direction des Études Économiques et de l'Évaluation Environnementale (D4E) du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, avait pour objectif :

- de rassembler les données physiques et chiffrées relatives au patrimoine constitué par les infrastructures en eau et assainissement ;
- d'établir une pyramide par âge ou qualité de ces infrastructures ;
- de proposer une première évaluation des besoins de renouvellement des collectivités pour l'ensemble des infrastructures d'eau et d'assainissement.

Selon cette étude, en 1998, sur l'ensemble du territoire de France métropolitaine, 80 % des logements étaient raccordés à l'assainissement collectif, les autres disposaient presque tous d'installations autonomes (Rebeix, 2002). Pour cette même année, le linéaire total de conduites transportant des eaux usées est estimé à 250 000 km, avec, environ :

- 44 000 kilomètres de conduites en réseau unitaire (18 %) ;
- 84 000 kilomètres de conduites d'eaux usées au sein de réseaux séparatifs (34 %) ;
- 64 000 kilomètres de conduites unitaires au sein de réseaux mixtes (26 %) ;
- 55 000 kilomètres de conduites d'eaux usées au sein de réseaux mixtes (22 %).

À l'aide de différentes estimations et hypothèses, un historique du linéaire de conduites d'eaux usées sur l'ensemble de la France métropolitaine a été reconstitué (Figure 2).

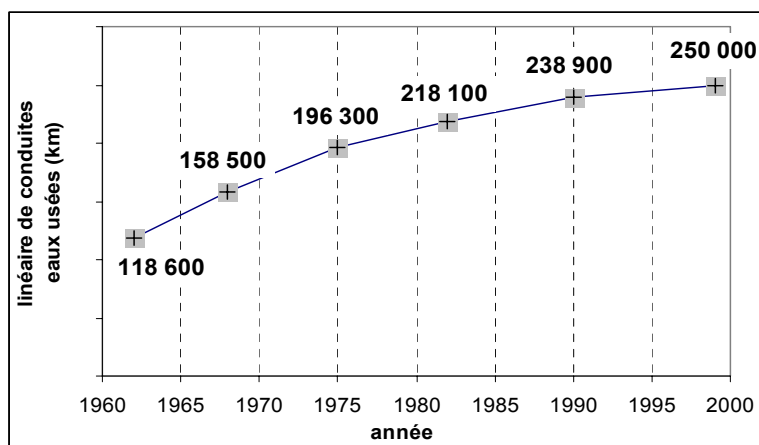


Figure 2 : estimation de l'évolution, entre 1962 et 1998, du linéaire de conduites d'eaux usées sur l'ensemble de la France métropolitaine (estimation OIEau)

Une estimation de la valeur de ce patrimoine est fournie par le Tableau 6.

Tableau 6 : l'évaluation du patrimoine en assainissement (Berland & Juery, 2002)

	Réseaux d'assainissement (conduites eaux usées)	Stations d'épuration
Le patrimoine	250 000 km en 1998 (Rebeix, 2002)	Près de 16 000 unités pour une capacité totale de 76 millions d'EH fin 2002 (données RNDE, 2003)
Sa valeur	65 à 75 Md €	14 Md €

L'étude de l'OIEau propose également une estimation des besoins en réhabilitation, présentée dans l'encadré 1.

Selon ces estimations, les travaux de réhabilitation à réaliser sur le patrimoine national dans les années futures pourraient représenter une dépense totale située entre 800 millions et 1,3 milliards d'euros par an. Pour une agglomération disposant d'un patrimoine de 1000 km de conduites, cela représenterait un investissement annuel de l'ordre de 3 à 5 millions d'euros. Il est utile de comparer ces chiffres aux estimations concernant les taux de réhabilitation actuels : de l'ordre de 0,3 % par an, pour l'échantillon étudié dans le cadre de nos travaux (chapitre 7), au maximum 0,7 % par an selon (Rebeix, 2002)¹.

¹ D'après l'auteur, il s'agit d'une estimation haute car ce chiffre correspond au taux : (linéaire mis en place par an / linéaire de canalisations existantes), qui comprend donc les remplacements et les extensions.

Encadré 1 : Une première évaluation des besoins en renouvellement pour les conduites d'eaux usées » extrait de (Berland & Juery, 2002)

La France présentait en 1998 près de 250 000 km de canalisations d'eaux usées. Pour évaluer les besoins financiers de renouvellement, et compte tenu de l'imprécision des données disponibles tant sur les matériaux que sur l'état des canalisations, deux approches sont possibles.

La première repose sur l'identification de priorités. À ce jour, on estime que 10 % des linéaires ont plus de 60 ans (Satin & Selmi, 1999) (Rebeix, 2002), soit 25 000 km de conduites d'égout. Ces conduites, qui ont été construites les premières, desservent en général le centre des grandes villes.

En partant d'une hypothèse raisonnable selon laquelle la moitié de ces conduites nécessite des travaux importants de réhabilitation ou de renouvellement, et sur la base d'un coût de travaux équivalent à la pose d'un réseau d'eaux usées en milieu urbain, on en déduit un montant de travaux de près de 4 milliards d'euros.

Par ailleurs, les professionnels de l'eau s'accordent pour dire que la pose des conduites a parfois « laissé à désirer » dans les années 70 en particulier au niveau des lotissements, où la viabilisation des terrains n'a pas bénéficié d'un suivi optimal. Si l'on considère que seulement 5 % des conduites d'eaux usées de moins de 60 ans ont été mal posées au point de nécessiter un remplacement, c'est 11 250 km environ de conduites d'eaux usées qui doivent être posés rapidement. Cela correspondrait à un montant de travaux de près de 3 milliards d'euros.

Au total, près de **7 milliards d'euros** de travaux seraient à programmer en priorité.

La seconde méthode consiste à calculer l'investissement annuel nécessaire pour compenser la dépréciation du capital. La valeur à neuf du patrimoine en réseaux d'assainissement étant évaluée entre 65 et 75 milliards d'euros (hors pluvial), et pour une durée de vie de 60 à 80 ans, le renouvellement nécessaire serait de l'ordre de **800 millions à 1,3 milliard d'euros par an**.

L'écart entre les pratiques actuelles et les besoins estimés s'avère important et peut s'expliquer de plusieurs manières :

- une éventuelle négligence envers notre patrimoine... qui est aussi, et surtout, le patrimoine que nous allons transmettre aux usagers futurs ;
- une éventuelle surestimation des besoins qui peut être fondée sur une sous-estimation de la « durée de vie » des éléments du patrimoine ;
- une combinaison des deux raisons précédentes, du fait d'une définition incomplète ou imprécise du problème :
 - comment définit-on la durée de vie d'un élément ?
 - quels critères peut-on utiliser pour décider de sa réhabilitation ?
 - comment organiser une collecte d'information progressive et continue ?
 - comment valoriser au mieux l'ensemble des informations issues de l'exploitation et de la maintenance ?

2.3 LES FONCTIONS DU TABLEAU DE BORD PROPOSÉ

Comme nous l'indiquions précédemment sur la figure 1, les éléments méthodologiques de ce guide concernent la mise en œuvre progressive d'un tableau de bord permettant d'évaluer les éléments du patrimoine, sur la base d'observations de diverses natures (observations visuelles, mesures, plaintes, etc.) ou de résultats de modélisations, pour programmer des investigations sur le système, pour programmer des actions de réhabilitation des éléments (réparation, rénovation ou remplacement), et/ou pour (re-) concevoir un plan d'entretien.

Le tableau de bord proposé correspond à un ensemble **d'indicateurs de performance** et de **critères** destinés à évaluer et à comparer les tronçons vis-à-vis d'un ensemble d'objectifs de performance.

La construction d'un système d'indicateurs de performance vise à favoriser la mise en place de nouvelles procédures de décision tout en recherchant à **valoriser** et exploiter au maximum la très grande quantité d'informations obtenues ou générées à travers les différentes activités d'un service d'assainissement : résultats issus de l'autosurveillance, interventions suite à des plaintes, relevés de désordres par inspections visuelles, données obtenues lors des opérations de curage, données disponibles sur le sol urbain, etc.

La construction des indicateurs de performance répond à plusieurs objectifs précis.

1 – Mettre en lumière les besoins en investigations

Les investigations répondent à deux besoins : d'une part il s'agit de connaître l'état du réseau à gérer (le voir, mais aussi construire et caler des modèles), d'autre part il s'agit de localiser les éléments nécessitant une intervention.

Vis-à-vis de ce second besoin, la définition des investigations à réaliser passe par la définition des **éléments critiques** (ou à risque). Ceux-ci correspondent à la conjonction d'objectifs de performance élevés et de niveaux de performance estimés faibles. En l'absence d'investigations passées sur ces canalisations, l'estimation des niveaux de performance peut être réalisée par l'utilisation de modèles statistiques de vieillissement et/ou par l'évaluation d'indicateurs de l'agressivité de l'environnement (trafic de surface, végétation, position de la nappe, etc.).

2 – Identifier les situations préjudiciables et les besoins en réhabilitations correctives

Un élément est dit défaillant, vis-à-vis de tel indicateur de performance, et dans tel contexte, si le dysfonctionnement (constaté, ou encore évalué à partir de l'état constaté) est supérieur au niveau de dysfonctionnement acceptable préalablement défini pour ce type de contexte. En outre deux niveaux de défaillance peuvent être envisagés : la défaillance correspond à la non satisfaction de l'objectif de performance, la défaillance majeure correspond au dépassement d'un seuil d'inacceptabilité (impacts intolérables).

3 – Mettre en lumière les risques et les besoins en réhabilitations préventives

Les éléments critiques sont ici définis en tenant compte des objectifs de performance (et des seuils d'inacceptabilité), des niveaux de performance constatés ou évalués à

partir de l'état constaté, et (si possible²) de l'évolution prévisible de ces niveaux de performance.

4 – Mettre en lumière l'opportunité de mesures de réhabilitation proactives

L'objectif est ici de favoriser l'identification et la mise en œuvre d'actions à fort rendement : actions menées sur les éléments critiques non pas uniquement afin de reconstituer une réserve de performances (par des mesures préventives) mais en vue d'infléchir le vieillissement de ces éléments (actions sur les causes du vieillissement). Cette approche requiert de définir des indicateurs spécifiques permettant d'orienter les gestionnaires vers des mesures proactives, c'est-à-dire des mesures permettant d'agir sur des causes de dégradation (par exemple enrayer une déconsolidation de la tranchée par infiltration, lutter contre la corrosion du collecteur, etc.).

Les objectifs que nous venons d'énoncer peuvent être précisés à l'aide du Tableau 7 qui formalise plusieurs problèmes de décision en précisant les études nécessaires et les informations à utiliser.

² La prévision de l'évolution des performances, à l'échelle d'un tronçon particulier, reste un problème délicat. La constitution progressive d'une base de données comportant des résultats de plusieurs inspections télévisées par tronçon pourrait permettre à terme d'étudier cette question.

Tableau 7 : problèmes de décision relatifs à la gestion d'un patrimoine de canalisations

Décision	Étude(s) nécessaire(s) à la décision	Informations utilisées (et sources)
A) Budget alloué à la réhabilitation	1) Estimation des besoins en réhabilitation à court terme (3-5 ans) 2) Estimation des besoins futurs et de la nécessité d'anticipation pour lissage des dépenses	1a) Les impacts estimés de l'état de santé des tronçons investigués (acceptables ?) 1b) Extrapolation sur l'ensemble du patrimoine de canalisations 2) Prévision des problèmes à venir
B) Budget alloué aux investigations (inspections, études diagnostiques, etc.)	Estimation des besoins en investigations à court terme (3-5 ans) pour : 1) alimenter le programme de réha. 2) améliorer la connaissance du patrimoine	1) Indicateurs relatifs à l'état estimé des conduites (voir G) 2) Indicateurs relatifs à la qualité des informations et des modèles disponibles sur l'ensemble du patrimoine de canalisations
C) Réhabilitation du tronçon k (intégré dans le programme annuel ou pluriannuel, compte tenu du budget alloué)	Hiérarchisation des besoins par comparaison des tronçons candidats à partir des profils multicritères des tronçons : évaluation des différents impacts de leur état de santé, par la prise en compte de la vulnérabilité des environnements urbain ou aquatique.	1) Les impacts estimés à partir de : - l'état constaté par inspection, - les dysfonctionnements estimés (modèles d'évaluation) - les dysfonctionnements observés (autosurveillance, étude diagnostique, ...) - la vulnérabilité de l'environnement 2) voire des impacts constatés
D) Type de réhabilitation : réparation, rénovation ou remplacement	Étude du profil longitudinal d'état de santé du tronçon (désordres localisés ou répartis) et des objectifs de la réhabilitation	1) Indicateur de concentration des désordres constatés par inspection, 2) profil multicritère du tronçon
E) Définition de la fréquence de curage d'un tronçon de réseau	Définition de priorités de curage en fonction des impacts estimés. <i>Remarque : si l'ensablement est lié à des désordres structurels constatés et si la fréquence actuelle est considérée comme trop élevée (nuisances et/ou coût élevé), le tronçon est candidat à une réhabilitation, voir C).</i>	Indicateurs relatifs à l'ensablement d'un tronçon, à ses impacts et à ses causes.
F) Inspection pour évaluer et/ou améliorer la connaissance du patrimoine	Définition des catégories de tronçons prioritaires pour une amélioration des données et des modèles disponibles	Indicateurs relatifs à la qualité des informations et des modèles disponibles
G) Première ou nouvelle inspection pour améliorer la connaissance d'un tronçon	Hiérarchisation des besoins par comparaison des tronçons candidats à partir des profils multicritères des tronçons : évaluation des différents impacts de leur état de santé estimé	1) Les impacts estimés à partir de : - l'état estimé (avec un modèle de vieillissement + éventuellement l'état constaté lors de la dernière inspection) ; - les dysfonctionnements estimés ; - les dysfonctionnements observés ; - la vulnérabilité de l'environnement. 2) voire des impacts constatés

Les indicateurs et les critères proposés dans ce guide concernent essentiellement les problèmes C et G.

Ces deux problèmes sont abordés de la même manière. La différence entre **critères d'investigation** et **critères de réhabilitation** tient essentiellement aux données utilisées en entrée : observations anciennes et/ou facteurs de risque pour l'investigation, observations récentes pour la réhabilitation.

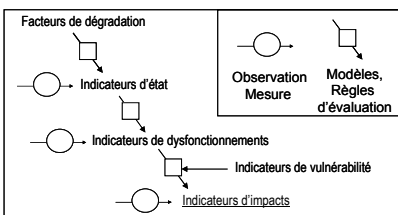
Nous détaillons dans les chapitres 4 et 5 les principes de la construction et de l'utilisation des indicateurs de performance et des critères de décision.

2.4 MODE D'EMPLOI DU GUIDE MÉTHODOLOGIQUE

Vous cherchez :

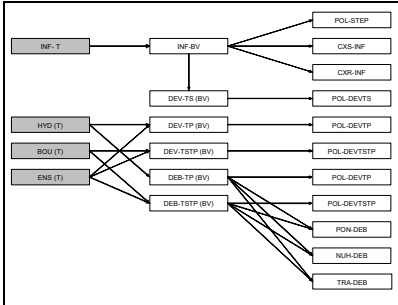
Chapitre

Les principes adoptés pour élaborer le système d'indicateurs proposé, et les types d'informations utilisées



Chap. 4

Les dysfonctionnements contribuant à un impact (pollution, dommages, etc.) et les critères proposés pour étudier cet impact



Chap. 5

La liste des indicateurs relatifs à un dysfonctionnement et à ses impacts, les critères associés, et les relations entre ces indicateurs et critères.

Indicateurs et critères concernant le dysfonctionnement ATTAQUE CHIMIQUE et ses impacts	codes					
Etat de santé du tronçon estimé par modèle de vieillissement	EDS-E-T	X				
Matériau sensible ou non à une attaque chimique	ATC1	X				
Tronçon recevant des rejets pouvant être à l'origine d'une attaque chimique	ATC2	X				
Présence ou risque de présence d'H ₂ S sur le tronçon	ATC3	X				
Tronçon à l'amont (immédiat) d'un tronçon dégradé, ne recevant pas d'effluents agressifs	ATC4	X				
Tronçon à l'aval (immédiat) d'un tronçon dégradé par attaque chimique	ATC5	X				
Risque de dégradation par attaque chimique, à vérifier par investigation	ATC6	Y	X	X	X	X
Dégradation par attaque chimique, constatée par investigation	ATC7-Q-T	X	X	X	X	X
Facteurs de coûts en cas de nécessité de remplacement de la conduite	V-CR	X	X			
Inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par attaque chimique	RCDV2ATC	C	X			
Réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par attaque chimique	RICDV2ATC	C	X			
Sensibilité de l'environnement urbain / opérations d'exploitation et travaux	V-URB-TR	X	X			
Autres facteurs de risque vis-à-vis d'un effondrement de la conduite (voir tableau EFF)	autres causes	X	X			
Inspection pour risque d'affondrement gênant	RITRA1EFF			D		
Réhabilitation pour risque d'affondrement gênant	RITRA1EFF			C		
Sensibilité de l'environnement bâti - risque de dommages	V-URB-DOB				X	X
Autres facteurs de risque vis-à-vis d'un effondrement de la conduite (voir tableau EFF)	autres causes				X	X
Inspection pour risque de dommages par effondrement	RIDOB1EFF				C	
Réhabilitation pour risque de dommages par effondrement	RIDOB1EFF				C	

Chap. 6

La présentation d'un indicateur ou d'un critère, et les règles d'évaluation proposées

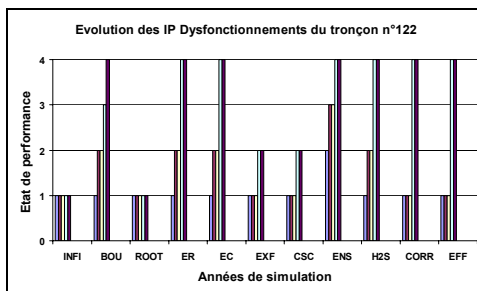


Annexe 1

Vous cherchez :

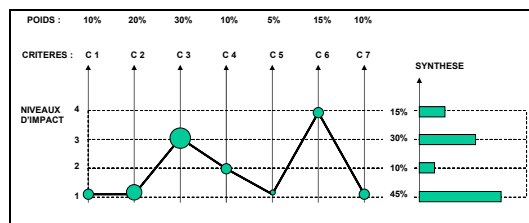
Chapitre

Une mise en perspective : les utilisations possibles d'un tableau de bord, les fonctionnalités d'un outil d'aide à la gestion du patrimoine



Chap. 3

Comment synthétiser une **évaluation multicritère** pour classer les tronçons



Chap. 5

Les résultats d'une enquête sur les pratiques de gestion du patrimoine

Quels sont les critères (décisifs et associés) qui vous amènent à lancer une ITV ou à juger de son ordre de priorité :

... en situation courante ?

- ITV réactive
 - Dysfonctionnements hydrauliques et problèmes d'exploitation (engorgements répétés, curage inefficace, plaintes fréquentes) ■■■
 - Danger manifeste (affaissement ou effondrement de chaussée) ■■
- ITV de contrôle
 - Réception de travaux neufs ■■
 - Vérification de l'intégrité sur demande externe ■
 - Intégration dans le domaine public ■

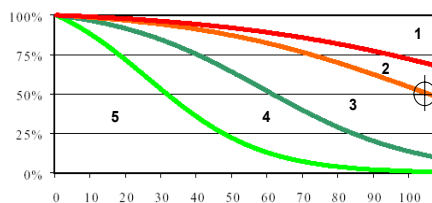
Chap. 7

Quelles données pour la gestion du patrimoine ?

Id_T	Mat	Date1
12652	béton	1965
...

Chap. 8

Les moyens d'étude du vieillissement des conduites



Chap. 3
Chap. 9

Page gauche blanche

3. MODÉLISATION DE L'ÉVOLUTION DU PATRIMOINE ET SIMULATION DE STRATÉGIES DE GESTION

3.1 COMMENT SATISFAIRE LES BESOINS DES GESTIONNAIRES ?

La Figure 3 reproduit les relations existant entre un réseau et les données le concernant et le gestionnaire, ses pratiques et ses actions. Au centre du schéma, on trouve les bases de données urbaines, qui contiennent l'ensemble des informations actualisées relatives au réseau et à son environnement. De nombreux pavés extérieurs sont en interaction avec ces bases de données (flèches foncées), soit parce qu'ils les alimentent pour y actualiser l'information, soit parce qu'ils en extraient des informations pour procéder à des traitements spécifiques (comme, par exemple, des informations relatives à la vulnérabilité de l'environnement pour élaborer les indicateurs de performance). La boucle entre les pavés extérieurs, matérialisée par des flèches claires, correspond à un pas de temps du processus de gestion, par exemple à une année.

Le pavé inférieur délimité par des pointillés correspond au périmètre d'un système d'aide à la gestion patrimoniale du réseau, c'est-à-dire à un système qui permet d'éclairer le gestionnaire sur les décisions à prendre en tenant compte de ses objectifs.

Un *prototype de simulateur de gestion* a été développé pour illustrer comment les concepts et les indicateurs définis dans les chapitres 4 à 6 (défauts, dysfonctionnements, impacts ou performances...) peuvent être utilisés pour rendre plus efficace le processus de gestion. Ce chapitre est destiné à illustrer les potentialités et les apports d'une telle démarche.

Quelles sont les fonctionnalités principales attendues par le gestionnaire ? Le gestionnaire attend de :

- **disposer à tout moment d'une image de l'état et des performances de son réseau** (aussi bien à l'échelle d'un tronçon spécifique que pour un ensemble de conduites particulier) ;
- **disposer d'outils de simulation lui permettant de justifier des choix techniques** (établissement de priorités de réhabilitation, choix d'un taux d'inspection...) et de comparer les effets à plus ou moins long terme de ces choix (validation de stratégies de gestion).

Les outils de simulation reposent sur la compréhension du fonctionnement du système technique, la mise en oeuvre des indicateurs et l'utilisation de modèles, élaborés à partir des informations extraites des *bases de données*. Si la mise au point de modèles n'est pas une attente prioritaire des gestionnaires en situation courante, il est important qu'ils puissent en utiliser (sous forme de « boîtes noires ») et, éventuellement les corriger ou les améliorer pour intégrer les spécificités de leur réseau. C'est un point que nous verrons plus loin.

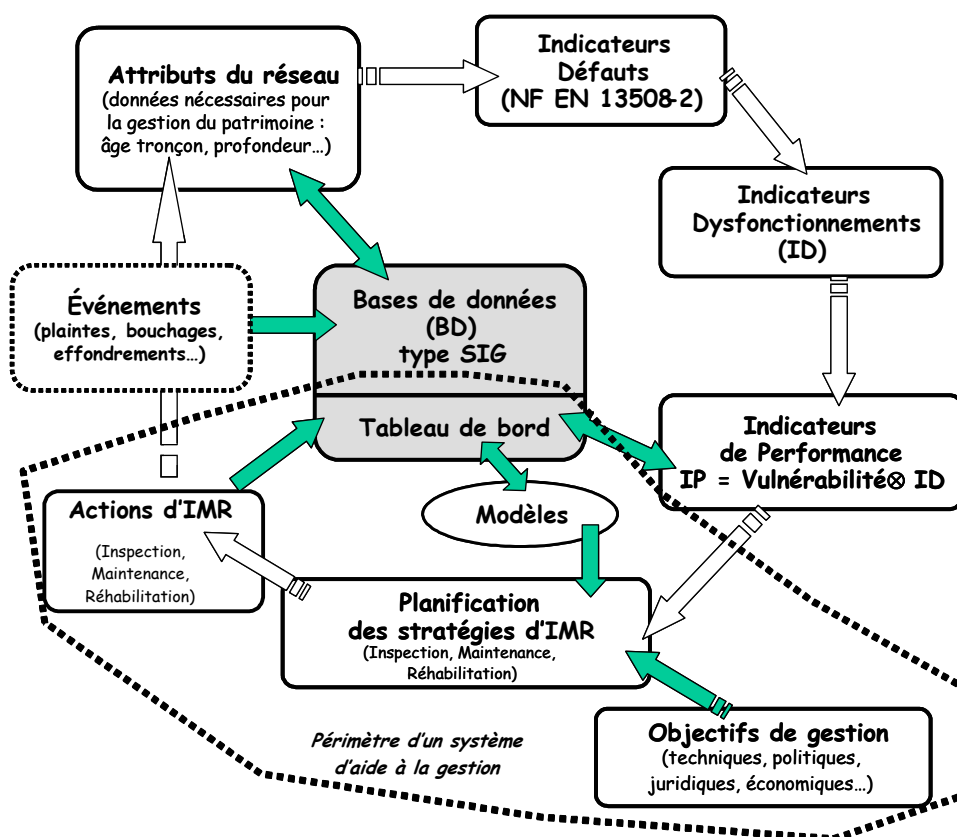


Figure 3 : schéma de principe reproduisant la logique de gestion du réseau

Nous avons donc développé un prototype de simulateur de gestion (que nous qualifierons par la suite de *démonstrateur*), qui possède les fonctionnalités suivantes :

- premier niveau : VISUALISATION et ÉVALUATION
- deuxième niveau : SIMULATION des ÉVOLUTIONS
- troisième niveau : COMPARAISON des STRATÉGIES
- quatrième niveau : MODÉLISATION

Ces quatre niveaux correspondent à des exigences croissantes et à différents degrés d'expertise de l'utilisateur du simulateur. À chaque niveau correspondent des modules

informatiques et des fonctionnalités que nous allons détailler et illustrer dans la suite de ce chapitre.

3.1.1 Premier niveau : visualisation et évaluation

Mise à disposition du gestionnaire d'un tableau de bord (cf. § 3.3.2)

Le gestionnaire peut représenter et synthétiser la connaissance dont il dispose :

- *visualisation* de l'état d'un tronçon particulier ou d'un ensemble de tronçons sélectionnés selon des critères *ad hoc* (population), vis-à-vis de tel ou tel ensemble d'indicateurs ;
- *historique* de cet état dans le passé ;
- *comparaisons* entre tronçons ou populations, pour cerner par exemple des populations « à risque » ;
- *sélection* des tronçons ou populations ne respectant pas certains niveaux de performance ;
- *hiérarchisation* des tronçons selon un ou des indicateurs sélectionnés, en vue d'établir des priorités d'actions (en phase d'inspection, de curage ou de travaux).

Évaluation de la qualité de l'information disponible (cf. § 3.3.3)

À tout tableau de bord peut aussi être attachée une évaluation de la qualité de l'information disponible, qui permettra au gestionnaire de décider (ou de rendre prioritaire) une série d'interventions pour améliorer cette qualité (par exemple en programmant des ITV), avant de réfléchir à des interventions plus lourdes.

3.1.2 Deuxième niveau : simulation des évolutions

Le gestionnaire peut décider de simuler les évolutions probables des indicateurs qu'il sélectionne, pour un tronçon ou une population qu'il choisit et une échéance qu'il impose (cf. § 3.3.4). La précision diminue progressivement au fur et à mesure que l'échéance s'éloigne, et dépend de la qualité de l'information initiale et de la qualité des modèles d'évolution (voir « Quatrième niveau »). Ainsi, le gestionnaire peut, par exemple, estimer les besoins en réhabilitation à court terme (3-5 ans) et estimer des besoins plus lointains pour, dans un souci d'anticipation, lisser les dépenses prévisibles.

3.1.3 Troisième niveau : comparaison de stratégies

À tout moment le gestionnaire peut décider de comparer les effets (sur les tronçons ou populations qu'il sélectionne), à l'échéance qu'il se donne, de différents choix stratégiques dans ses procédures d'IMR (Inspection, Maintenance, Réhabilitation) (cf. § 3.3.5). Cette simulation repose sur l'utilisation des modèles dont dispose le simulateur (voir « Quatrième niveau »). Un certain nombre de stratégies d'IMR est disponible et défini par défaut, le gestionnaire pouvant en ajuster les paramètres, voire en programmer d'autres. Il peut ainsi :

- *évaluer les effets* d'une modification du taux de curage ou de réhabilitation sur tel ou tel indicateur de performance ;
- *définir des priorités* différentes d'ITV, de curage ou de réhabilitation et en mesurer les conséquences sur les indicateurs qu'il sélectionne ;
- *quantifier l'intérêt* d'une programmation plus fournie, ou ciblée différemment, d'inspections ITV, que ce soit pour alimenter le programme de réhabilitation ou pour améliorer la connaissance du patrimoine (selon le concept de « qualité de l'information disponible » cité au premier niveau).

3.1.4 Quatrième niveau : modélisation

Les modèles d'évolution temporelle des indicateurs (cf. § 3.3.4 et 3.3.6) sont indispensables aux simulations d'évolution (fonctionnalités de deuxième et troisième niveau). Le simulateur de gestion fournit l'environnement d'aide à l'utilisation de ces modèles (forme des modèles, procédure de mise en œuvre, identification des facteurs influents, pertinence des résultats...). Le gestionnaire peut soit utiliser des modèles définis par défaut (fournis avec le simulateur, reposant sur un traitement simple des informations disponibles³), soit élaborer ses propres modèles, évolutifs et mieux adaptés aux données dont il dispose et aux spécificités de son réseau. Le deuxième cas correspond évidemment à une utilisation moins quotidienne et plus « experte » du simulateur.

3.2 UN PROTOTYPE DE SIMULATEUR : POURQUOI ET COMMENT ?

Les outils informatiques développés dans le cadre du projet national RERAU ont pour souci d'illustrer les fonctionnalités dont pourront disposer les gestionnaires une fois que certains verrous auront été levés.

Les Bases de Données Urbaines n'ont pas été développées avec, pour premier objectif, le développement de systèmes d'aide à la décision. Les données collectées, archivées et valorisables ne satisfont dès lors pas, le plus souvent, aux exigences qu'implique le développement de ces systèmes. Cette situation rend très difficile toute validation de démarche, depuis le bien-fondé de l'emploi d'indicateurs jusqu'à l'élaboration de modèles de vieillissement.

On constate donc une situation de blocage :

- le manque de données empêche l'élaboration de modèles et la simulation,
- l'absence de simulations représentatives ne peut pas convaincre le gestionnaire de l'intérêt d'acquérir les données manquantes.

Nous avons choisi, dans cette phase exploratoire, de lever ce paradoxe en développant un *prototype de simulateur, ou démonstrateur*.

³ On peut ainsi simplement pratiquer une régression statistique sur les évolutions récentes des indicateurs et la projeter dans le futur.

Dans le *démonstrateur*, le gestionnaire manipule les données et agit sur un réseau virtuel, pour lequel toutes les données sont accessibles. Ces données ne sont cependant pas forcément connues du gestionnaire, afin de montrer comment la qualité de la procédure de gestion dépend de la qualité de l'information dont dispose le gestionnaire. Ce chapitre du guide méthodologique est donc rédigé pour éprouver la faisabilité technique et la pertinence de la démarche suivie, c'est-à-dire pour illustrer, sous réserve que soit levé l'obstacle « manque de données », les avantages que procure un système de gestion du patrimoine réseau reposant sur la construction et l'exploitation d'indicateurs pertinents.

Le recours à un *réseau virtuel* n'est qu'une étape intermédiaire et provisoire. Cela nous semble être la seule voie possible tant que les Bases de Données ne sont pas suffisamment documentées (des collaborations en cours avec des gestionnaires de réseaux permettent en parallèle de progresser dans cette direction).

L'inconvénient majeur de recourir à un réseau virtuel est qu'il faut modéliser de façon réaliste l'ensemble des objets, propriétés et mécanismes relatifs à ce réseau virtuel : lois de création et d'évolution des défauts, des dysfonctionnements et des performances, pratiques et efficacité des actions du gestionnaire.

L'avantage majeur est, en revanche, celui de pouvoir se placer, en phase d'expertise, « au-dessus » du couple [*réseau + gestionnaire*]. On peut, par exemple, considérer que le gestionnaire a ou n'a pas telle information relative au réseau et comparer les évaluations qu'il peut faire ou les décisions qu'il peut prendre dans les deux situations. Cela permet, par exemple, de mieux apprécier l'intérêt (ou le manque d'intérêt) qu'il y a à collecter plus d'information. La « solution » étant connue (elle ne l'est jamais tout à fait dans la réalité), on peut ainsi évaluer la procédure de gestion elle-même, et non seulement le réseau.

Cette possibilité n'est qu'effleurée dans le guide méthodologique : nous avons souhaité privilégier l'exposé des fonctionnalités opérationnelles pour le gestionnaire, et non celles dont pourra disposer un expert en modélisation de la gestion.

Dans le guide méthodologique, nous exposons les fonctionnalités développées dans le *démonstrateur* pour reproduire, simuler et comparer les effets de pratiques et de décisions présentées dans le guide. Ces fonctionnalités préfigurent celles qui pourront être développés dans un futur outil d'aide à la décision, manipulant alors les données d'un véritable réseau.

Le Tableau 8 permet de préciser les similitudes et les différences entre le *démonstrateur* et le *futur simulateur opérationnel* d'aide à la gestion.

Tableau 8 : comparaison du démonstrateur et du simulateur opérationnel

	Dans le démonstrateur	Dans le futur simulateur opérationnel
Nature du réseau	Réseau virtuel	Réseau réel
Base de données	Construite <i>a priori</i> (représentative d'un réseau réel), potentiellement complète	Construite par collecte d'informations souvent incomplète et imparfaite
Attributs du réseau	<i>Déduits de la base de données, modifiés en fonction des événements</i>	
Indicateurs de défauts	Les défauts du réseau virtuel suivent des lois d'évolution représentatives de cinétiques réelles	Les défauts du réseau réel suivent des lois d'évolution inconnues, pilotées par la physique du système
	<i>Les indicateurs sont déduits des attributs par les règles définies par le guide méthodologique</i>	
Indicateurs de dysfonctionnements et de performances	Les dysfonctionnements du réseau virtuel dépendent des défauts selon des lois d'évolution représentatives de cinétiques réelles	Les dysfonctionnements du réseau réel dépendent des défauts selon des lois inconnues, pilotées par la physique du système
	<i>Les indicateurs sont déduits par les règles définies par le guide méthodologique</i>	
Objectifs et pratiques du gestionnaire	<i>Mis en forme et simulés</i>	
Actions du gestionnaire	Simulées, modifient l'état du réseau	Effectuées réellement, modifient l'état du réseau
Événements survenant sur le réseau	Dépendent de l'état du réseau et sont générés aléatoirement	Dépendent de l'état du réseau et le gestionnaire les perçoit comme aléatoires
Modèles	<i>Peuvent être élaborés et utilisés par le gestionnaire</i>	

La mise au point et la validation des simulations sur le réseau virtuel (c'est-à-dire la vérification que le réseau virtuel est représentatif des comportements et des problématiques d'un réseau réel) concernent les chercheurs mais pas directement les gestionnaires, futurs utilisateurs de l'outil d'aide à la décision.

Les résultats fournis par le *démonstrateur* doivent être considérés comme des illustrations des potentialités de la démarche, certaines variables technologiques et économiques n'ayant pas encore fait l'objet d'une modélisation suffisamment sophistiquée. En revanche, si l'ensemble des simulations porte sur un jeu d'indicateurs moins étendu que celui présenté dans la Partie 2, celui-ci est suffisamment diversifié pour que sa généralisation ne pose aucun problème majeur.

Pour ne pas alourdir la rédaction, dans la suite de ce chapitre, nous parlerons simplement de réseau pour qualifier le réseau virtuel et ses propriétés. Il suffit au lecteur de savoir que tous les résultats exposés ci-dessous ont été obtenus sur le *démonstrateur*.

3.3 ILLUSTRATION DES FONCTIONNALITÉS DU DÉMONSTRATEUR

3.3.1 Généralités sur le réseau et la conduite des simulations

Le réseau sur lequel sont menées les simulations comprend 2000 tronçons, sur lesquels on définit 8 paramètres propres aux conduites, 9 paramètres relatifs au réseau et 7 paramètres environnementaux (c'est-à-dire susceptibles de modifier les agressions subies par le réseau ou de qualifier l'impact sur l'environnement de dysfonctionnements du réseau) :

- paramètres propres aux conduites : n° d'identification du tronçon, âge, matériau, diamètre, pente, type de réseau (EU, EP, mixte), profondeur, qualité de pose ;
- paramètres relatifs au réseau : n° des tronçons amont et aval, présence de végétation à proximité, présence en amont de sites potentiels de rejets industriels ou de sites produisant des graisses, longueur de parcours, position par rapport à la station de refoulement, dessableur ou surverse à proximité ;
- paramètres environnementaux : intensité du trafic, position par rapport à la nappe, nature du sol encaissant, vulnérabilité de l'environnement à des dysfonctionnements hydrauliques, structurels ou d'étanchéité, présence de travaux dans le voisinage.

Tableau 9 : extrait de la base de données (état initial)

N°Tronçon	Pente moyenne (pour mille)	Âge initial du réseau NEUF	Diamètre (mm)	Matériau	Profondeur (m)	Type de réseau (qualité effluents)	Qualité de pose	Milieu environnant
1	5	1	250	grès	5	mixte	bonne	végétal
2	3	78	600	maçonnerie	1	unitaire	correct	urbain
3	12	63	400	béton	1	mixte	bonne	urbain
4	3	54	300	béton	1	séparatif	bonne	végétal
5	3	14	300	Fonte ductile	1	séparatif	bonne	mixte
6	4	56	500	maçonnerie	6	séparatif	bonne	urbain
7	3	52	300	béton	1	séparatif	bonne	végétal
8	3	63	300	béton	3	séparatif	médiocre	urbain
248	10	14	250	PVC	1	séparatif	bonne	végétal
249	4	72	600	maçonnerie	1	mixte	correct	végétal
250	4	76	1000	béton	1	unitaire	correct	végétal
251	4	1	150	grès	1	unitaire	correct	végétal

La distribution statistique de ces paramètres est comparable à celle d'un réseau réel. L'âge moyen du réseau pris en charge par le gestionnaire est d'environ 40 ans. Les matériaux utilisés sont le béton ou béton armé (66 %), l'amiante-ciment (7 %), la fonte ductile (3 %), le grès (3 %), le PVC (1 %) et les structures en maçonnerie (20 %). La base de données est construite pour être conforme à la réalité : suite au décret 96-1133 du 24 décembre 1996, les conduites en amiante-ciment ne sont plus posées, le PVC n'a commencé à être commercialisé que depuis une vingtaine d'années... Le réseau est

supposé avoir fait l'objet d'une maintenance régulière jusqu'à la date de début des simulations (T_0 = année 2002) et les simulations portent sur des échéances couvrant l'horizon 2002-2052.

Le *démonstrateur* demande au gestionnaire quels sont ses choix de gestion (pourcentage du linéaire faisant l'objet chaque année d'inspections TV, de curage, de travaux, stratégie d'établissement des priorités pour ces opérations), puis simule ces actions et les effets qui en résultent pour le réseau. D'une façon générale, les travaux urgents sont prioritaires et consistent à intervenir de façon systématique pour remettre en état le réseau dès qu'un bouchage se produit (curage en urgence) ou dès qu'un effondrement se produit (réparation et mise en place d'un élément neuf).

L'échelle spatiale de discrétisation est celle du tronçon, l'échelle temporelle de discrétisation est l'année.

3.3.2 Premier niveau : visualisation (tableau de bord)

Le *démonstrateur* permet, sur la base des indicateurs utilisés, de visualiser l'état (défauts, dysfonctionnements, performances) d'un tronçon ou d'une population. Nous avons choisi de travailler avec :

- quatre indicateurs de défaut : fissuration, flache, obstruction et effondrement ;
- onze indicateurs de dysfonctionnement : infiltration, exfiltration, pénétration de racines, dégradation du complexe sol-conduite, réduction de la capacité hydraulique, ensablement, bouchage, mise en charge, corrosion, formation de H_2S , risque d'effondrement. Ces indicateurs sont moins nombreux que ceux définis dans les chapitres suivants, mais ils couvrent l'ensemble des processus de détérioration du réseau.

Tableau 10 : présentation des indicateurs utilisés dans le démonstrateur

BOU	Risque de bouchage, lié à l'état de santé du tronçon
COR	Dégradation par attaque chimique
DSC	Dégradation du complexe sol-conduite
EFF	Risque d'effondrement
ENS	Risque d'ensablement, lié à l'état de santé du tronçon
EXF	Risque d'exfiltration, lié à l'état de santé du tronçon
FH2S	Formation de H_2S
HYD2	Mise en charge observée
HYD3	Réduction de la capacité hydraulique, liée à l'état de santé du tronçon
INF	Risque d'infiltration, lié à l'état de santé du tronçon
RAC	Intrusion de racines

Le gestionnaire peut visualiser toute valeur d'indicateur sur tout tronçon (ou ensemble de tronçons) à tout moment. Il peut aussi dresser des historiques récapitulatifs ou procéder à des comparaisons entre tronçons ou ensembles de tronçons. Il peut en déduire des informations relatives aux « points noirs » (par exemple, les tronçons dont

la fréquence de bouchage dépasse un seuil d'acceptabilité). Les figures ci-dessous illustrent quelques exemples⁴.

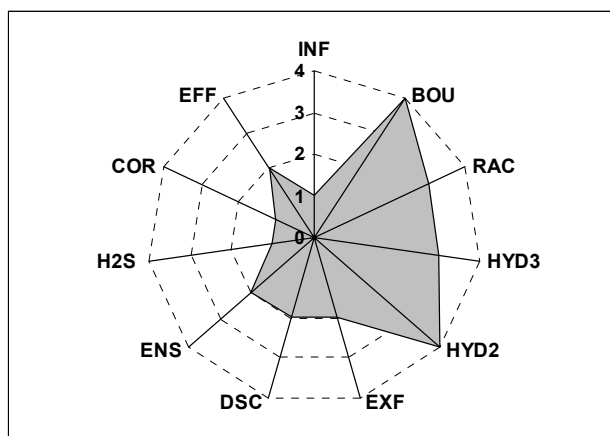


Figure 4 : échelle du tronçon - ensemble des indicateurs de dysfonctionnement à une date donnée [tronçon n° 220]

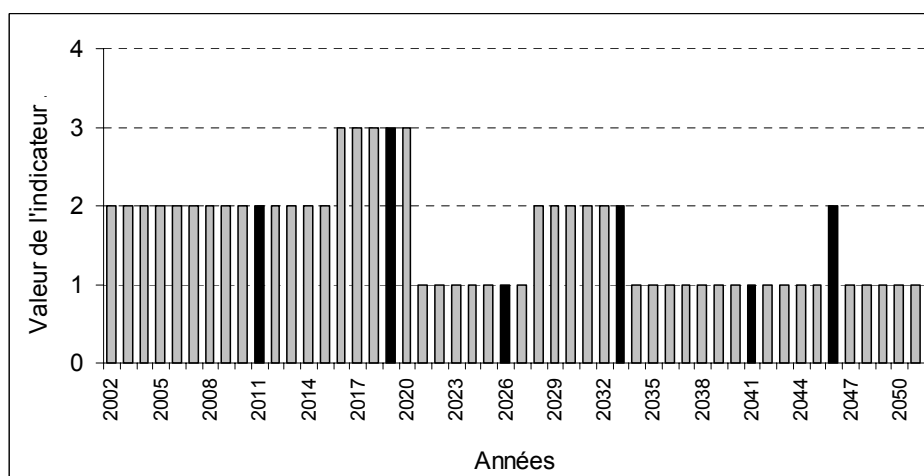


Figure 5 : échelle du tronçon - historique sur la période 2002-2051 de l'évolution de l'indicateur BOU (risque de bouchage) [tronçon n° 220]
(En noir : les valeurs connues par le gestionnaire, grâce aux investigations réalisées ; en gris : les valeurs qu'il aurait pu obtenir avec d'autres dates d'investigation)

⁴ Les exemples portent sur une population de 2000 tronçons. Les opérations de curage et le programme annuel d'inspections télévisées concernent respectivement 10 % et 8 % du linéaire, mené de façon sectorielle non ciblée. Sur ce qui a été observé par ITV, une campagne de réhabilitation est lancée sur les tronçons les plus dégradés, avec un budget qui permet de réhabiliter chaque année 0,5 % du linéaire. Des travaux urgents sont engagés en cas d'effondrement.

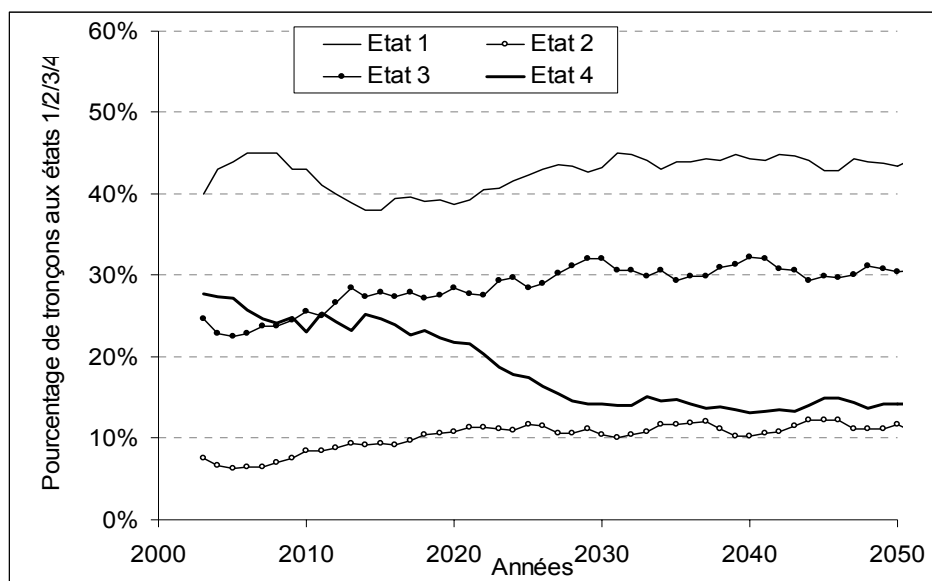


Figure 6 : échelle du réseau - historique sur la période 2002-2050 de l'évolution de l'indicateur de dysfonctionnement *BOU* (risque de bouchage)

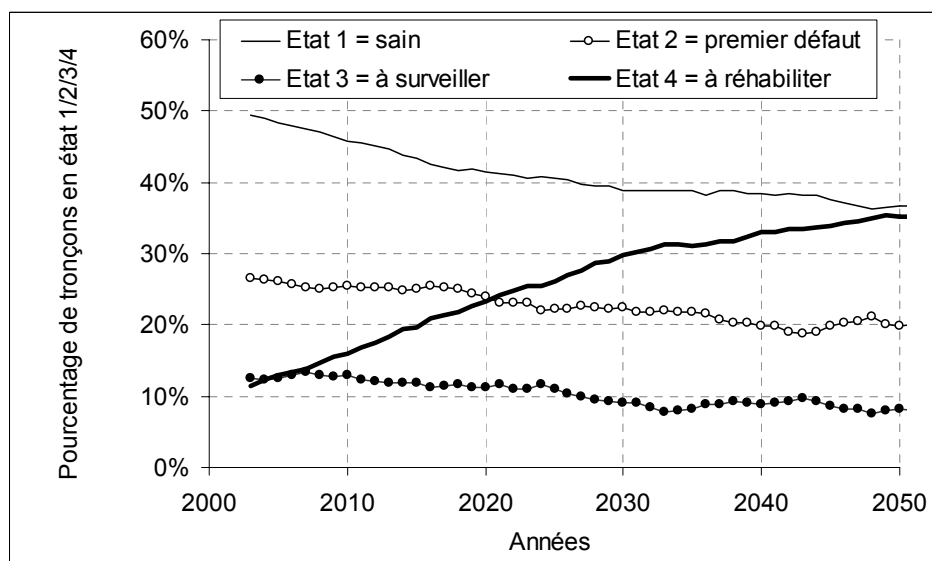


Figure 7 : échelle du réseau - historique sur la période 2002-2050 de l'évolution de l'indicateur *EFF* (risque d'effondrement)

Les figures 6 et 7 illustrent des dynamiques différentes. Le taux de curage est suffisant pour maintenir le réseau dans un état satisfaisant, le pourcentage de tronçons en état 4 se stabilisant à de faibles valeurs. À l'inverse, le pourcentage de tronçons pour lequel le risque d'effondrement est faible (sains ou avec de premiers défauts) diminue, traduisant

une insuffisance de la réhabilitation, ce que confirme la figure 8, montrant le nombre effectif d'effondrements, ayant nécessité une intervention réactive en urgence.

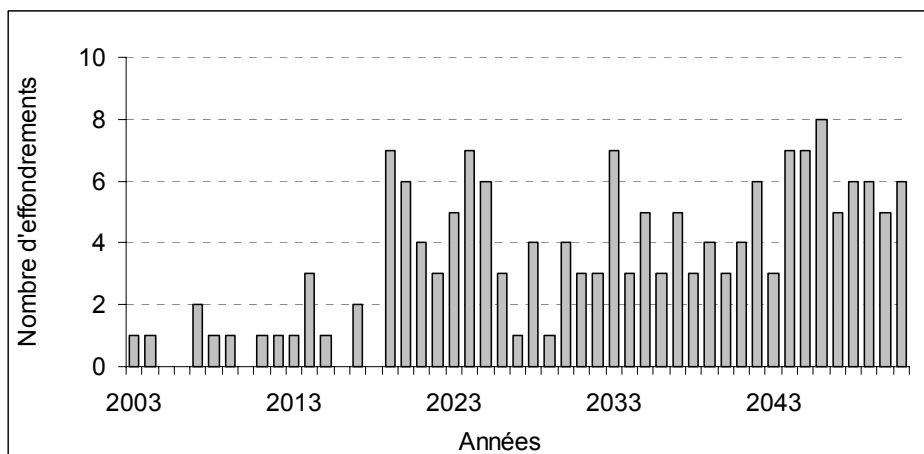


Figure 8 : évolution du nombre d'effondrements (sur une population de 2000 tronçons, taux annuel de réhabilitation = 0,5 %)

La comparaison de populations sélectionnées selon des critères *ad hoc*, au choix du gestionnaire, permet de mettre en lumière l'effet plus ou moins nocif de certains facteurs (liés aux conduites, à leur environnement ou à l'exploitation) sur les états et performances.

Les figures 9 et 10 présentent la répartition des tronçons aux niveaux 1/2/3/4 d'un indicateur, pour l'ensemble du réseau, puis pour deux sous-populations A et B.

On peut ainsi mettre en évidence l'effet de certains facteurs (par exemple, le diamètre ou la pente sur les risques de bouchage, ou encore le trafic ou la profondeur pour le risque d'effondrement), et approcher la notion de *risques relatifs* (voir § 3.3.6.).

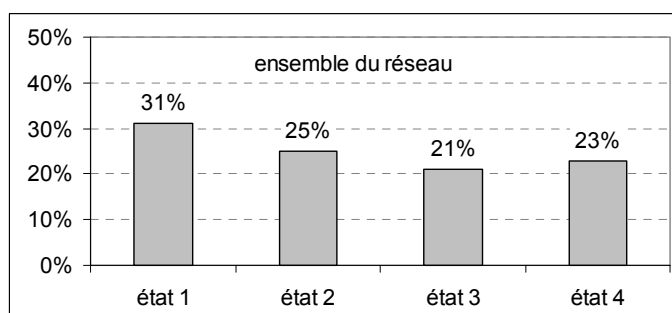


Figure 9 : ensemble du réseau (2000 tronçons), répartition des tronçons aux états 1/2/3/4

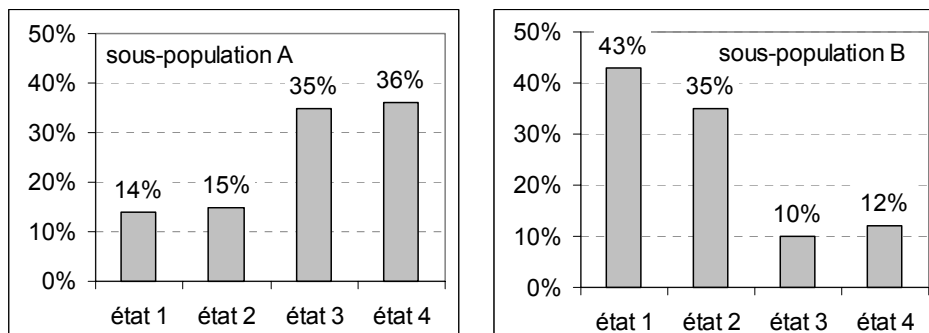


Figure 10 : répartition des tronçons aux états 1/2/3/4, pour deux sous-populations A et B

Le prototype permet aussi au gestionnaire d'évaluer son réseau en appréciant simultanément plusieurs indicateurs. Des règles d'évaluation multicritère sont utilisées, et peuvent être aisément modifiées par le gestionnaire, selon l'importance relative qu'il souhaite accorder à tel ou tel indicateur.

3.3.3 Premier niveau : visualisation - évaluation de la qualité de l'information disponible

Si l'information est disponible en quantité et qualité suffisante, le gestionnaire peut, avec une plus grande fiabilité : (a) estimer l'état de l'ensemble du réseau à partir de l'échantillonnage dont il dispose, (b) prédire l'état futur.

Le *démonstrateur* permet de comparer les propriétés effectives du réseau à celles que peut estimer le gestionnaire selon l'information dont il dispose⁵. Ainsi, la qualité de « l'image » que le gestionnaire se fait de son réseau peut être estimée. Elle dépend par exemple des efforts qu'il consent pour accéder aux informations (quantité d'inspections, stockage des historiques, archivage des interventions).

On peut, par exemple, quantifier l'incertitude avec laquelle on évalue un indicateur sur l'ensemble du réseau selon la taille et le degré de représentativité de l'échantillon sur lequel on a élaboré les statistiques.

Intéressons-nous par exemple au dysfonctionnement bouchage. Le Tableau 11 fournit, à la date 2024, les statistiques relatives à cet indicateur.

⁵ Cette fonctionnalité ne sera pas directement utilisable dans un simulateur opérationnel, puisque la réalité, à laquelle on compare l'estimation n'est, par principe, pas accessible. Elle permet ici de quantifier les erreurs et incertitudes induites par le défaut d'information. Nous verrons plus loin (§ 3.3.5) comment une meilleure qualité de l'information permet de mettre en œuvre des stratégies de gestion plus efficaces.

Tableau 11 : pourcentages de tronçons en niveau 1/2/3/4 pour l'indicateur BOU, sur l'ensemble du réseau

Niveau	1	2	3	4
% du réseau	59,9	32,0	7,8	0,3

Le gestionnaire ne peut accéder à cette information sans procéder à des inspections systématiques. Supposons qu'il procède à une évaluation par « sondages » en procédant à des inspections sur des échantillons de 25, 50 ou 100 tronçons (la taille de l'échantillon dépend par exemple du taux moyen d'ITV systématique auquel il procède) et évaluons l'erreur qu'il commet en extrapolant les résultats obtenus. Le Tableau 12 fournit les résultats statistiques issus de simulations du *démonstrateur*. Les fourchettes d'estimations sont calculées à partir de 5 échantillons pour chaque effectif, et correspondent à la plage [moyenne – écart-type, moyenne + écart-type].

Tableau 12 : estimation du pourcentage de tronçons en état 1/2/3/4, pour l'indicateur BOU, à partir d'échantillons de différentes tailles

Taille de l'échantillon	État 1	État 2	État 3	État 4	Erreur moyenne
100	[57,1 - 62,4]	[28,0 - 33,6]	[6,5 - 11,1]	[0 - 1,5]	2,0 %
50	[52,7 - 66,4]	[26,2 - 36,2]	[4,0 - 14,4]	[0 - 0]	3,9 %
25	[59,5 - 76,5]	[20,4 - 38,8]	[0,2 - 4,6]	[0 - 0]	7,0 %

La figure 11 illustre l'incertitude d'évaluation pour les tronçons en état 2.

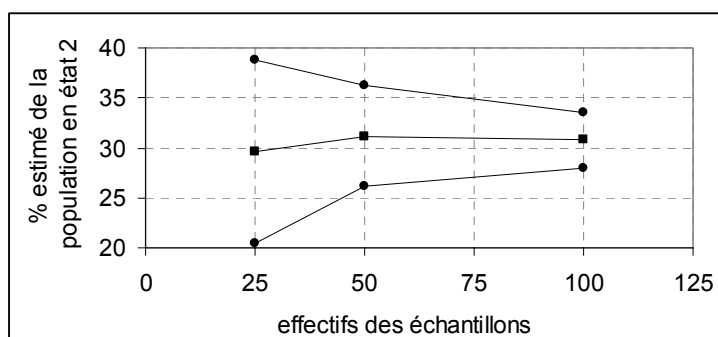


Figure 11 : plage d'incertitude du pourcentage effectif de tronçons en état 2, selon la taille de l'échantillon utilisé pour l'estimation

L'erreur moyenne est exprimée en pourcentage et correspond à l'écart moyen (pour les 4 niveaux) entre le pourcentage estimé et le pourcentage réel. Ainsi, une erreur moyenne de 3,9 % pour une taille d'échantillon de 50 signifie que, s'il est estimé à partir d'un échantillon de 50 tronçons, le pourcentage de tronçons se trouvant dans un état donné est apprécié à $\pm 3,9\%$, ce qui est considérable pour les classes de faible effectif, comme on peut le voir sur les classes d'état 3 ou 4. Ainsi, le manque de

représentativité des informations disponibles compromet l'efficacité des décisions ultérieures.

Nous ne pouvons pas, à ce stade, préconiser des taux d'inspection « idéaux », car tout dépend des objectifs poursuivis. La connaissance du réseau n'a pas d'effets bénéfiques immédiats si elle n'est pas utilisée pour améliorer les stratégies de maintenance. La valorisation des campagnes d'inspection systématique sera illustrée plus loin par l'emploi de leurs résultats pour identifier des facteurs de risque (§ 3.3.6) et pour développer des stratégies de maintenance plus efficaces.

3.3.4 Deuxième niveau : simulation des évolutions

Le *démonstrateur* permet au gestionnaire de se placer en situation de prise de décision à l'année 20ii et, se reposant sur les informations accumulées de 2002 à 20ii, de prédire l'évolution au-delà de 20ii⁶. La prédiction peut porter sur tout indicateur de défaut, dysfonctionnement ou performance, sur tout tronçon (état du tronçon) ou population de tronçons (état moyen, distribution des états dans la population étudiée).

À partir du tableau de bord accessible à l'instant t , la simulation du tableau de bord à l'instant $t + \Delta t$ repose sur l'emploi de modèles d'évolution, soit disponibles par défaut, soit identifiés par le gestionnaire. L'élaboration de ces modèles sera détaillée au paragraphe 3.3.6. En situation courante, le gestionnaire se limitera à leur utilisation.

Sur une simulation à entretien régulier (avec les taux annuels d'intervention suivants : 10 % de curage, 8 % d'inspection télévisée et 0,5 % de réhabilitation sur un réseau de 2000 tronçons), le calage de la matrice de transition peut se faire sur n années et avec un certain volume d'information⁷ (ici 8 % du réseau est inspecté sur les mêmes tronçons pendant plusieurs années successives). On peut en déduire des prévisions d'évolution de l'indicateur de dysfonctionnement *EFF* relatif au risque d'effondrement (pourcentage de tronçons aux états 1/2/3/4).

Tableau 13 : matrice des probabilités de transition de l'état j à l'état k , calée sur 5 ans avec 8 % de l'information

		État à l'année $i + 1$			
		1	2	3	4
État à l'année i	1	0,967	0,033	0,000	0,000
	2	0,004	0,946	0,050	0,000
	3	0,019	0,000	0,814	0,168
	4	0,020	0,000	0,000	0,980

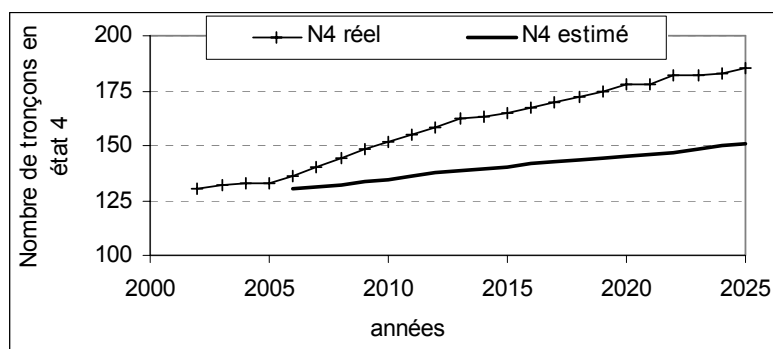
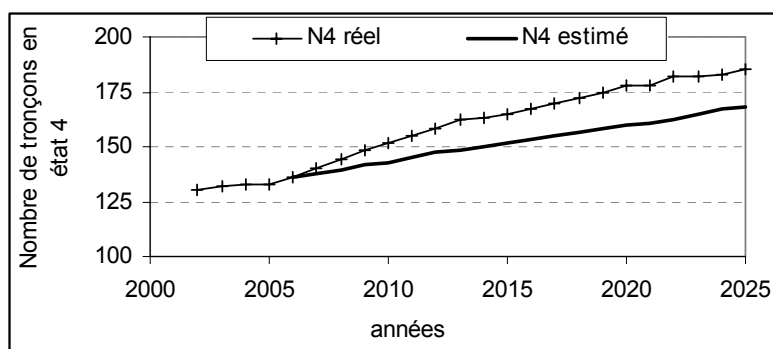
⁶ Le démonstrateur possède un avantage par rapport au futur simulateur opérationnel puisqu'on peut comparer la prédiction du gestionnaire à la réalité et mesurer l'erreur commise sur la prédiction.

⁷ On peut inspecter de façon répétitive certains tronçons pendant plusieurs années successives. La situation la plus courante est celle où les tronçons inspectés ne sont pas les mêmes d'une année à l'autre et où des hypothèses sont nécessaires pour qualifier les matrices de transition. Nous reviendrons sur ce point au § 3.3.6.

Tableau 14 : matrice des probabilités de transition de l'état j à l'état k , calée sur 5 ans avec 100 % de l'information

		État à l'année $i + 1$			
		1	2	3	4
État à l'année i	1	0,981	0,019	0,000	0,000
	2	0,002	0,951	0,047	0,000
	3	0,010	0,000	0,803	0,187
	4	0,033	0,000	0,000	0,967

Les figures 12 et 13 illustrent la prédiction de l'évolution de la population totale, relativement à l'indicateur *EFF* (*risque d'effondrement*). La qualité de la prédiction dépend de : (a) la quantité d'information utilisée pour calibrer le modèle (durée d'enregistrement des informations, quantité d'information accumulée), (b) l'échéance visée, la précision de la prédiction diminuant quand l'échéance s'éloigne.


 Figure 12 : prédiction de 2007 à 2020 du nombre de tronçons à l'état 4, pour l'indicateur *EFF* ; comparaison de la valeur réelle et de la valeur estimée par calage avec observation sur 5 ans (2002-2006) de 8 % de la population

 Figure 13 : prédiction de 2007 à 2020 du nombre de tronçons à l'état 4 pour l'indicateur *EFF* ; comparaison de la valeur réelle et de la valeur estimée par calage avec observation sur 5 ans (2002-2006) de 100 % de la population

La qualité de prédiction dépend de la durée d'observation sur laquelle on cale les matrices de transitions. La quantité d'information (en supposant que la qualité est en conformité), pour avoir une matrice de transition convenablement calée et représentative du vieillissement du réseau, est d'autant plus importante que la durée de calage est courte.

3.3.5 Troisième niveau : simulation de stratégies de gestion

Il s'agit là de fonctionnalités plus ambitieuses, leur validation opérationnelle nécessitant la validation des procédures intermédiaires : qualification de l'état, élaboration des modèles de vieillissement, construction des modèles de pratiques de gestion et d'intervention, monétarisation des performances...

Les modules informatiques développés dans le *démonstrateur* concernent :

- (a) les stratégies d'inspection [INSP],
- (b) les stratégies de curage et d'entretien [CUR],
- (c) la modélisation de la réhabilitation préventive et/ou périodique, c'est-à-dire les stratégies de réhabilitation [REHA].

Nous illustrerons principalement ce chapitre par quelques simulations relatives aux stratégies de curage.

Stratégies de curage [CUR] :

Nous qualifierons de « stratégie » un ensemble de règles définissant l'ordre de priorité selon lequel les opérations sont menées sur les tronçons, en fonction des valeurs prises par des modalités ou des indicateurs. Le *démonstrateur* permet :

- en fixant la stratégie de simuler l'effet d'une augmentation des taux de curage sur les évolutions futures des performances du réseau,
- à taux fixé de comparer les efficacités de différentes stratégies.

La figure 14 compare les évolutions moyennes de performances pour une stratégie « sectorielle » S_0 (x % du réseau est curé chaque année, le secteur géographique curé se déplaçant par rotation sur l'ensemble du réseau), pour des taux de curage variant de 1 % à 10 %.

L'efficacité globale de l'entretien est appréciée par une « note de performance » (comprise entre 0 et 20) qui dépend des effectifs des tronçons dans les états 1/2/3/4 pour les performances hydrauliques. Cette note intègre les impacts potentiels des défaillances par l'utilisation des indicateurs de vulnérabilité⁸.

Pour des taux annuels d'intervention faibles (de l'ordre de 1 à 5 %), le budget ne permet pas d'intervenir préventivement sur le réseau, ce qui, par récurrence, produit plus

⁸ Les formules permettant de calculer cette note ne sont pas détaillées ici. Il suffira de savoir que la note est d'autant meilleure que les performances des tronçons sont bonnes, et que les mauvaises performances concernent des tronçons situés dans des zones peu vulnérables. La performance peut combiner plusieurs indicateurs, en intégrant des poids attribués par le gestionnaire.

d'interventions curatives et toujours moins d'actions préventives. Lorsque le taux d'intervention permet non seulement d'intervenir en urgence mais aussi de nettoyer le réseau de façon systématique, nous constatons qu'au bout de quelques années (environ 15 ans), la note de performance s'améliore jusqu'à un état de stagnation expliqué par la fréquence de curage (tous les 10 ans le curage revient au point de départ) et la vitesse d'envasement (en moyenne le réseau est entièrement obstrué au bout de 20 ans).

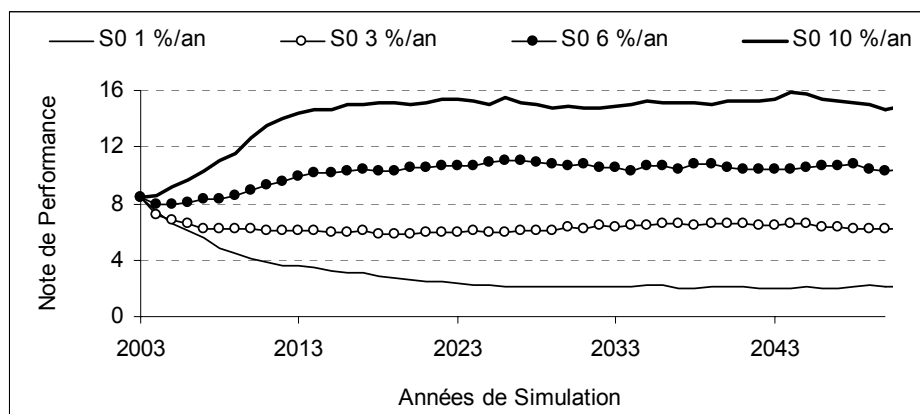


Figure 14 : comparaison de l'évolution de la note de performance pour l'indicateur *BOU* pour une stratégie sectorielle S_0 et un taux d'intervention annuel variant de 1 % à 10 %

Comparons maintenant différentes stratégies, en fixant le taux annuel de curage à 6 % :

- S_0 stratégie sectorielle « aléatoire », le patrimoine étant divisé en secteurs, par exemple géographiques, qui sont entretenus par rotation. Une stratégie variante S_0' est définie pour tenir compte de la vulnérabilité en multipliant les interventions dans les zones où les pertes de performances ont des effets plus indésirables (par exemple vulnérables aux débordements),
- S_1 stratégie basée sur des présomptions de dysfonctionnement, les fréquences nécessaires de curage étant estimées à partir des risques de dysfonctionnements hydrauliques et de leurs conséquences estimées⁹. On peut aussi travailler à partir de facteurs préjudiciables présumés par le gestionnaire (diamètre, pente...), mais cette stratégie s'avère moins efficace qu'une stratégie reposant sur des risques correctement estimés, par l'analyse des informations disponibles.

La Figure 15 reproduit une courbe supplémentaire (*SR*) qui correspond à une « stratégie de référence », basée sur une observation complète de l'indicateur concerné sur l'ensemble du réseau, qui n'est pas envisageable pour des raisons économiques, mais pourrait être approchée, par exemple, par une observation systématique des dépôts dans les regards de visite. Elle sert de référence, puisqu'une stratégie ne peut être *a priori* plus efficace qu'elle, établie en connaissant toutes les informations.

⁹ Cette estimation repose sur l'utilisation du concept de *Risque Relatif*, développé au § 3.3.6.

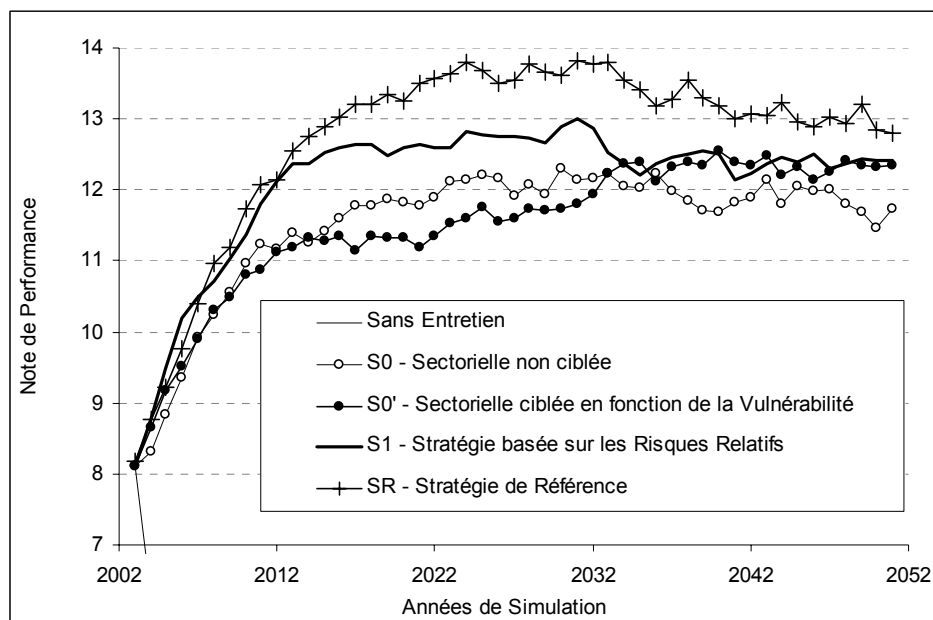


Figure 15 : comparaison de l'efficacité de différentes stratégies de curage pour un même taux d'intervention annuel (6 %) sur un réseau de 2 000 tronçons à travers une note de performance reposant sur l'indicateur de dysfonctionnement *BOU* et sur la vulnérabilité de la zone au débordement

Avec un taux annuel de curage de 6 % (curatif + préventif), sur un réseau de 2000 tronçons, la stratégie S_1 est la plus performante. Elle ne nécessite qu'un traitement approprié des informations disponibles (exploitation des comptes-rendus d'ITV et des interventions curatives : plaintes, débordements...) pour identifier les facteurs de Risque Relatif RR (voir § 3.3.6.), qui sont pris, par défaut, égaux à 1 en début de simulation (on se place ainsi dans le cas défavorable où le gestionnaire n'a aucune connaissance des facteurs préjudiciables présumés). En dépit de cette hypothèse défavorable, la stratégie S_1 se démarque rapidement des stratégies sectorielles, s'avérant bien plus efficace dès le moyen terme, à échéance de 5 à 15 ans. Cet avantage s'atténue, pour le taux d'entretien choisi, après une trentaine d'années, mais il subsisterait plus longtemps sans doute pour des taux d'interventions plus bas.

Les conséquences de la prise en compte de la vulnérabilité de l'environnement dans la stratégie apparaissent à la figure 16, où l'on compare, pour les différentes stratégies, le nombre total de bouchages accidentels et le nombre de bouchages accidentels pour les secteurs de différentes vulnérabilités. La stratégie optimale SR sert de référence de comparaison. L'efficacité de la stratégie S_1 est plus visible que sur la comparaison globale de la Figure 15. Par rapport à la stratégie sectorielle, la combinaison de l'utilisation des risques relatifs et des indicateurs de vulnérabilité permet, en focalisant les interventions sur les tronçons à fort risque et à fort impact potentiel, d'une part de réduire significativement les dysfonctionnements et d'autre part de limiter ceux se produisant dans les zones à forte vulnérabilité, dans lesquelles les coûts d'intervention

et/ou les coûts indirects sont plus élevés. Les stratégies reposant sur une exploitation de l'information fine donnent de meilleurs résultats. Il convient donc de comparer le coût d'obtention et de traitement des données aux gains de performances qui en découlent.

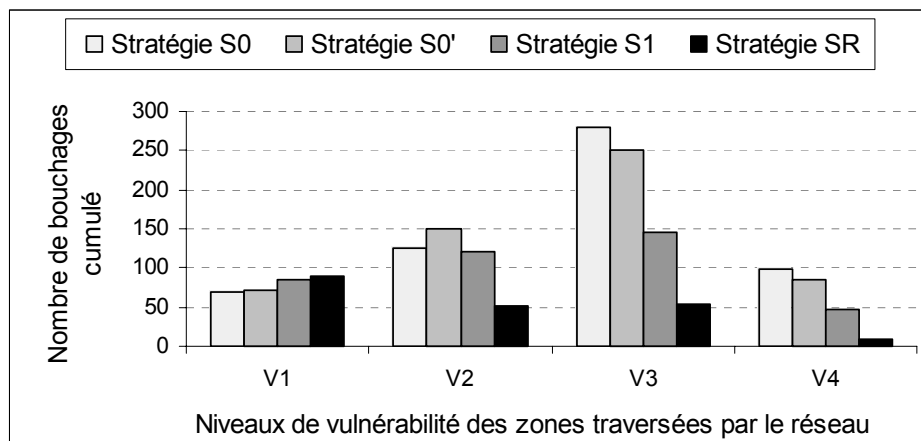


Figure 16 : nombre de bouchages urgents, cumulé de 2020 à 2030, pour les différentes stratégies et selon le degré de vulnérabilité au débordement (de V1 - non vulnérable, à V4 - très vulnérable)

Stratégies de réhabilitation [REHA] : de la même manière, on peut comparer (figure 17) l'efficacité de plusieurs stratégies de réhabilitation sur les évolutions futures des performances structurelles du réseau.

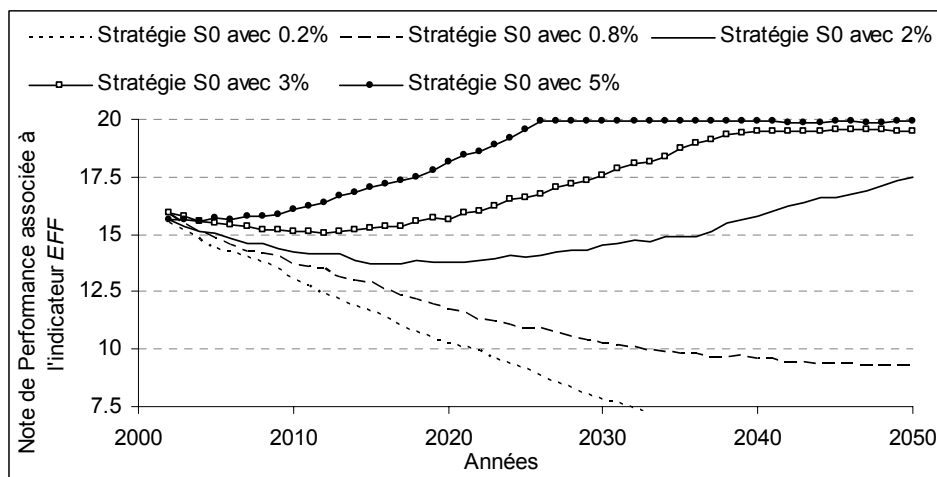


Figure 17 : comparaison de l'évolution de performance pour une stratégie « sectorielle » S0 (x % du réseau est réhabilité chaque année, le secteur géographique réhabilité tournant sur l'ensemble du réseau), pour des taux de réhabilitation variant de 0,2 à 5 %

Le *démonstrateur* permet, de la même façon que pour le curage, de comparer diverses stratégies, utilisant par exemple des présomptions basées sur des *Risques Relatifs*.

En fait, les questions sont de même nature dans les trois cas [INSP] – [CUR] et [REHA]. On peut :

- soit comparer les effets d'une stratégie donnée en modifiant la quantité d'interventions (nombre de tronçons inspectés, curés, réhabilités) ;
- soit comparer, à quantité d'interventions fixée, les effets d'un ciblage plus ou moins bien choisi des priorités d'interventions. On peut, par exemple comparer :
 - une stratégie « aveugle » S-A : priorité reposant sur des critères administratifs (du type rotation régulière sur l'ensemble du parc) ;
 - une stratégie reposant sur des éléments de présomptions S-P : priorité donnée à des tronçons situés dans un environnement statistiquement défavorable, ou voisins de tronçons dont on sait que l'indicateur de performance est médiocre ;
 - une stratégie reposant sur des indicateurs (observés) S-I, plus ou moins fins (défauts, dysfonctionnements), attachés aux tronçons ou à des ensembles de tronçons.

De nombreuses variantes peuvent être analysées selon les facteurs de présomption ou les indicateurs utilisés. C'est de leurs comparaisons que le gestionnaire pourra décider des actions les plus opportunes :

- le coût des données (et des pré-analyses) nécessaires à la mise en œuvre d'une stratégie est nul pour les stratégies S-A, modéré pour les stratégies S-P, élevé pour les stratégies S-I ;
- l'efficacité théorique varie dans l'ordre inverse, à supposer que les présomptions ou indicateurs soient ceux pertinents pour les performances visées et que leur valeur soit connue avec précision.

C'est, par exemple, la comparaison de ces stratégies qui peut illustrer l'intérêt (ou le non intérêt) d'augmenter le pourcentage de tronçons inspectés : l'information ainsi récupérée (coûteuse) affine la connaissance des tronçons et rend plus pertinent le classement des priorités d'intervention, donc plus efficaces les interventions (curage, travaux de réhabilitation) qui en découlent.

3.3.6 Quatrième niveau : modélisation

La modélisation (explicite ou implicite) des processus permet au gestionnaire de valoriser toutes les possibilités du *démonstrateur*.

Les modèles sont nécessaires pour :

- qualifier et quantifier les paramètres à risque, et contribuer ainsi à hiérarchiser les tronçons, dans une logique d'arbitrage (où intervenir en priorité) ;
- quantifier des vitesses d'évolution des indicateurs, ce qui permet de suivre les effectifs de tronçons pour chaque niveau de dysfonctionnement, et d'apprécier le « vieillissement général » de la population.

Si le gestionnaire n'est pas satisfait des modèles « par défaut » utilisés dans le *démonstrateur*, il pourra développer ses propres modèles. Cependant, pour rester dans le domaine de l'expertise éclairée (sans verser dans le domaine de la recherche), nous ne traiterons ici que des modèles disponibles dans le *démonstrateur*, qu'il suffit au gestionnaire de paramétrer pour les rendre pleinement opérationnels.

Les modèles disponibles dans le *démonstrateur* répondent aux deux objectifs précités :

- modèles de Risques Relatifs (*RR*), en vue de la hiérarchisation des tronçons, qui peut être utilisée pour des décisions immédiates ou exploitée dans le cadre d'une stratégie automatique de gestion ;
- modèles de transition d'état, en vue de la simulation des évolutions, telle qu'elle a été illustrée au 3.3.4. Dans ce cadre, le *démonstrateur* propose deux types de modèles mathématiques, Fonctions de Survie (FS) et Matrices de Transition d'État (MTE).

Illustrons sur quelques exemples les capacités de ces modèles et la façon dont le gestionnaire peut les paramétrer et les exploiter.

Modèles des Risques Relatifs

Le principe de base est que, si l'on considère un dysfonctionnement ou un type de défaut (par exemple la fissuration) et une variable (par exemple le trafic), le modèle de risque relatif permet de quantifier le risque statistique que la fissuration soit plus ou moins forte selon que, tout autre variable étant fixée par ailleurs, la variable trafic prend une valeur plus ou moins forte. Cette notion est généralisable à tout indicateur et à toute variable.

Pour un tronçon donné dont on connaît l'ensemble des variables, on peut donc, après identification des coefficients de risques relatifs *RR* (compris entre 0 = aucun risque et l'infini), calculer le risque relatif qu'encourt ce tronçon. L'identification des *RR* ne nécessite aucune connaissance des mécanismes physiques ou chimiques à la base des processus d'évolution, et repose sur la seule exploitation des données disponibles.

Les risques relatifs sont identifiés automatiquement par le *démonstrateur*. Il suffit au gestionnaire de préciser l'indicateur qu'il souhaite étudier et la ou les modalités concernées. Les figures 18 et 19 illustrent comment évoluent, année après année, le Risque Relatif estimé relatif à la variable *âge* pour le désordre *fissuration* (figure 18) et le Risque Relatif estimé relatif à la variable *pente* pour le dysfonctionnement *bouchage* (figure 19).

Les deux figures confirment que l'âge élevé (pour la fissuration) et la pente faible (pour l'obstruction) sont des facteurs de risques significatifs, puisque les coefficients *RR* atteignent respectivement environ 2 et 1,5. À l'inverse, un *RR* inférieur à l'unité dénote une certaine « protection ».

Une autre manière de lire ces résultats consiste à examiner le rapport des valeurs obtenues pour 2 modalités d'une même variable : par exemple, sur la figure 19, le rapport 1,5 / 0,5 indique qu'un tronçon à faible pente présente un risque 3 fois plus grand qu'un tronçon de pente moyenne ou forte.

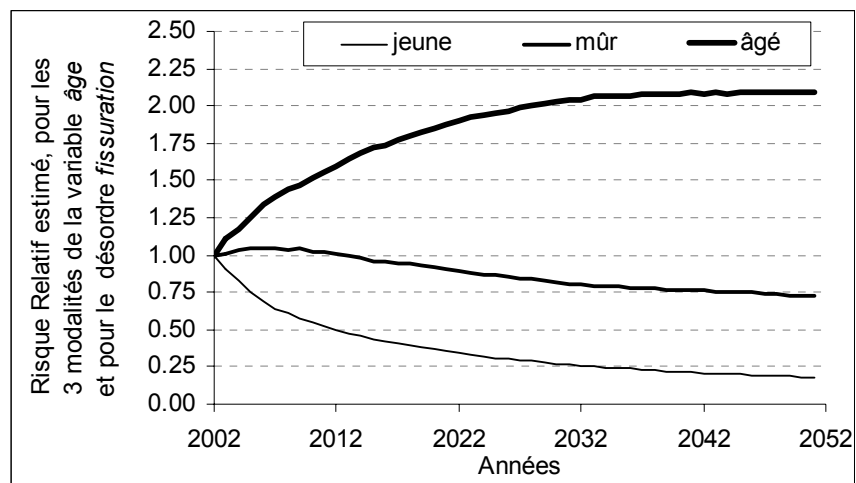


Figure 18 : évolution du risque relatif estimé, pour la variable *âge* et pour le désordre *fissuration*

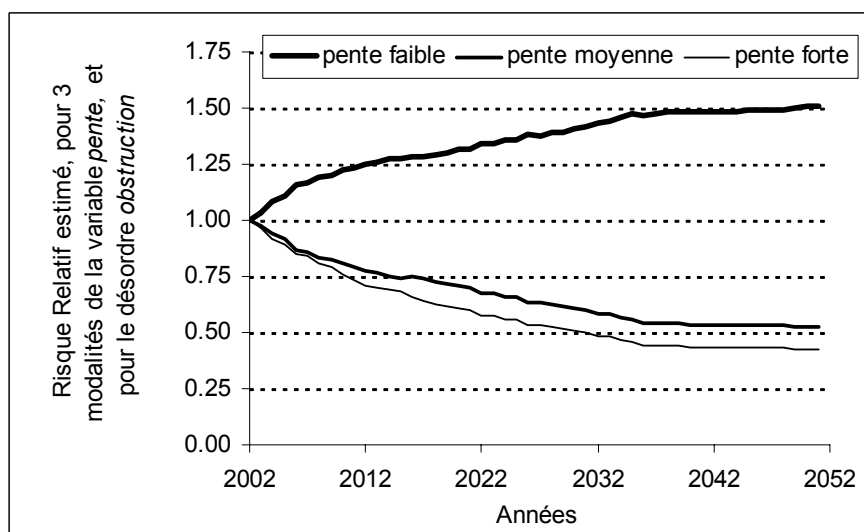


Figure 19 : évolution du risque relatif estimé, pour la variable *pente* et pour le dysfonctionnement *bouchage*

Comme nous l'avons déjà vu dans les paragraphes précédents, la connaissance des risques relatifs permet de justifier de nombreuses décisions, comme celle de moduler le taux d'intervention selon le degré de risque encouru (et non seulement à partir des états observés). La connaissance des *RR* permet aussi, par exemple :

- de hiérarchiser les tronçons justifiant de réparations après inspection ;
- de planifier les ITV sur les tronçons à fort risque.

Les valeurs des risques relatifs sont estimées à partir des observations et leur justesse s'accroît, encore une fois, avec la quantité d'information disponible. Il convient donc de traiter les données pendant une certaine durée avant d'obtenir des valeurs stabilisées de RR (convergence progressive), mais des valeurs non stabilisées (approchées) peuvent cependant être utilisées dès le début de la procédure de gestion, l'effet des paramètres les plus discriminants se faisant sentir rapidement.

Modèles de transition d'état

Ces modèles font appel à la notion de Fonction de Survie ou à la notion de Matrice de Transition d'État (correspondant à des processus Markoviens). Dans la pratique, ces deux notions sont très voisines¹⁰. En quelques mots, en quoi consistent-elles et que peut en faire le gestionnaire ?

Commençons par considérer un indicateur, avec quatre niveaux 1/2/3/4 ou « classes d'état », par exemple sous la forme suivante :

- état 1 = quasi neuf → $0 \leq N \leq N1$
- état 2 = convenable → $N1 < N \leq N2$
- état 3 = médiocre → $N2 < N \leq N3$
- état 4 = mauvais → $N3 < N$

Le gestionnaire doit seulement indiquer au *démonstrateur* les valeurs limitant les états ($N1$, $N2$, $N3$). Le modèle repose ensuite sur l'identification des transitions d'état p_{IJ} , probabilités pour un pas de temps Δt (par exemple l'année) qu'à un tronçon dans l'état I de se retrouver dans l'état J après Δt .

Pour identifier les valeurs des p_{IJ} , deux approches sont possibles :

La première approche, plus rigoureuse en théorie, est aussi la plus lourde en pratique. Elle consiste à suivre l'état d'une population au fil du temps et à comptabiliser les changements d'états, que l'on traite de façon statistique et traduit en probabilités de transition. Sa mise en œuvre requiert des moyens lourds, en particulier la nécessité de suivre sur une longue durée une population suffisante de tronçons, ici exemple d'une matrice établie sur 2000 tronçons pendant 5 ans dans le cas où aucune intervention n'est programmée sur le réseau (les tronçons à l'état 4 restent en 4).

Tableau 15 : matrice de transition calée sur 5 ans dans le cas où le réseau n'est jamais entretenu

	État 1 année (i+1)	État 2 année (i+1)	État 3 année (i+1)	État 4 année (i+1)
État 1 année i	0,952	0,041	0,006	0,000
État 2 année i	0	0,831	0,163	0,006
État 3 année i	0	0	0,963	0,037
État 4 année i	0	0	0	1

¹⁰ Le lecteur se reportera au § 9.3 pour obtenir des informations plus substantielles sur les fonctions de survie et leurs applications à la gestion des réseaux.

La deuxième approche repose sur des hypothèses simplificatrices mais permet de travailler à moindre coût. Elle consiste à tracer les fonctions de survie, c'est-à-dire à quantifier, en fonction des âges des objets observés, les pourcentages de la population d'une classe d'âge donnée se trouvant dans les différents états. Un traitement mathématique simple permet de passer ensuite, de façon explicite, des fonctions de survie aux probabilités p_{ij} recherchées.

Les figures 20 et 21 illustrent combien la quantité d'information disponible conditionne la qualité du traitement. Elles représentent respectivement les fonctions de survie brutes (sans aucun traitement) obtenues à partir des informations recueillies :

- par un suivi de 10 ans sur 8 % de la population (figure 20) ;
- par un suivi de 50 ans sur l'ensemble de la population (figure 21).

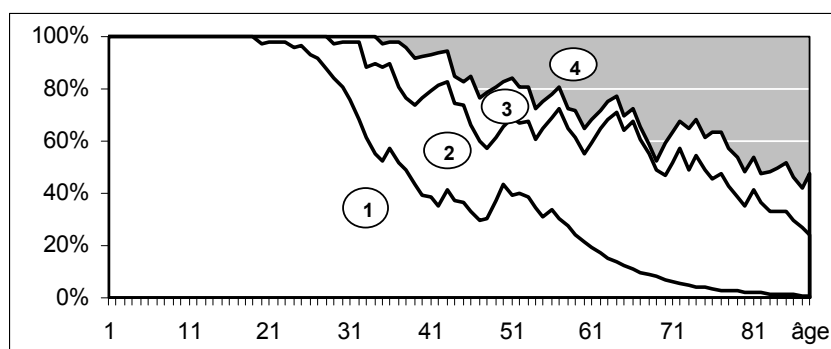


Figure 20 : fonctions de survie brutes pour l'indicateur de dysfonctionnement *EFF* construites à partir du suivi pendant 10 ans de 8 % de la population

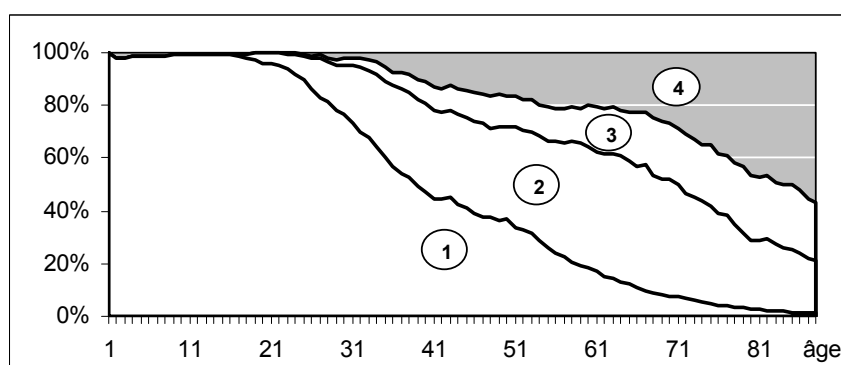


Figure 21 : fonctions de survie brutes pour l'indicateur de dysfonctionnement *EFF* construites à partir du suivi pendant 50 ans de toute la population

Le caractère « chahuté » des courbes de la figure 20 provient du bruit statistique et nuit à la qualité des simulations. Il est cependant facile de le réduire par un traitement approprié, par exemple en regroupant les classes d'âge pour avoir des effectifs

suffisants. Dès lors, les fonctions de survie peuvent être correctement estimées, même avec une information restreinte.

Cette deuxième approche n'est pertinente que si l'on peut considérer que les modalités de vieillissement n'ont pas évolué depuis la pose. Elle est aussi à prendre avec précaution si les conduites trop défectueuses ont été remplacées (puisque ne survivent alors dans les conduites âgées que les « bonnes ») : les lois de survie ne sont dans ce cas valides que si les pratiques de gestion n'ont pas été modifiées sur la période qui sert à l'identification des modèles.¹¹

Dans la pratique, le *démonstrateur* :

- permet au gestionnaire de sélectionner une population de tronçons (tronçons dans tel et tel environnement de fonctionnement, ou possédant telles ou telles caractéristiques) ;
- identifie directement les fonctions de survie ;
- en déduit les probabilités de transition ;
- et propose d'utiliser les probabilités identifiées pour décrire l'évolution de la population concernée (voir § 3.3.4).

L'expertise du gestionnaire consiste à identifier les populations spécifiques de tronçons sur lesquelles ces simulations lui paraissent utiles, les modèles de Risques Relatifs pouvant l'aider dans ce choix.

3.3.7 Du démonstrateur à un outil opérationnel de simulation

Nous avons développé le *démonstrateur* pour faire la preuve de l'intérêt d'une collecte, d'une gestion rationnelle et d'une valorisation des données relatives au patrimoine. Les paragraphes précédents ont illustré les fonctionnalités du *démonstrateur*, voisines de celles d'un futur simulateur opérationnel.

Les résultats fournis par le *démonstrateur* doivent être considérés comme des illustrations des potentialités de la démarche, certaines variables technologiques et économiques n'ayant pas encore fait l'objet d'une modélisation suffisamment sophistiquée. En revanche, si l'ensemble des simulations porte sur un jeu d'indicateurs moins étendu que celui présenté dans les chapitres suivants, celui-ci est suffisamment diversifié pour que sa généralisation ne pose aucun problème majeur.

De même, les lois d'évolution physique (du système réel) ont été modélisées de façon « plausible » dans le *démonstrateur*, mais la validation d'un *simulateur opérationnel* ne pourra être effective que sur des données réelles. Enfin, les pratiques de gestion ont fait l'objet, elles aussi, d'une modélisation qui a pu en simplifier quelques aspects, en particulier sur le plan de l'efficacité technique ou de la dimension économique. Ces

¹¹ Une difficulté supplémentaire vient aussi du fait que l'on ne dispose en général que d'inspections récentes (rarement plus d'une dizaine d'années). Il s'ensuit que les deux paramètres « âge » et « date de pose » sont liés et qu'il est difficile d'en distinguer les effets.

points demanderont à être réexaminés attentivement pour la validation d'un outil opérationnel.

Revenons, pour approfondir ce concept de représentativité, sur les processus de vieillissement utilisés dans le *démonstrateur*. Le schéma ci-dessous présente, de façon formelle et sans entrer dans le détail des formules mathématiques qui en conditionnent la cinétique, l'essentiel des interactions reproduites dans le *démonstrateur* entre défauts et dysfonctionnements.

Dans le *démonstrateur*, ce sont ces relations mathématiques et des tirages aléatoires (aléas numériques) qui gouvernent l'évolution des défauts. Les lois d'évolution ont été reproduites de manière à décrire des comportements plausibles, aussi bien en ce qui concerne l'influence respective de différents facteurs (par exemple du trafic ou de la profondeur sur la fissuration, ou de la pente et du diamètre sur l'obstruction), qu'en ce qui concerne les cinétiques d'évolution. Ainsi, les fréquences observées des dysfonctionnements extrêmes (bouchage, effondrement) sont conformes à des fréquences observées sur des réseaux réels.

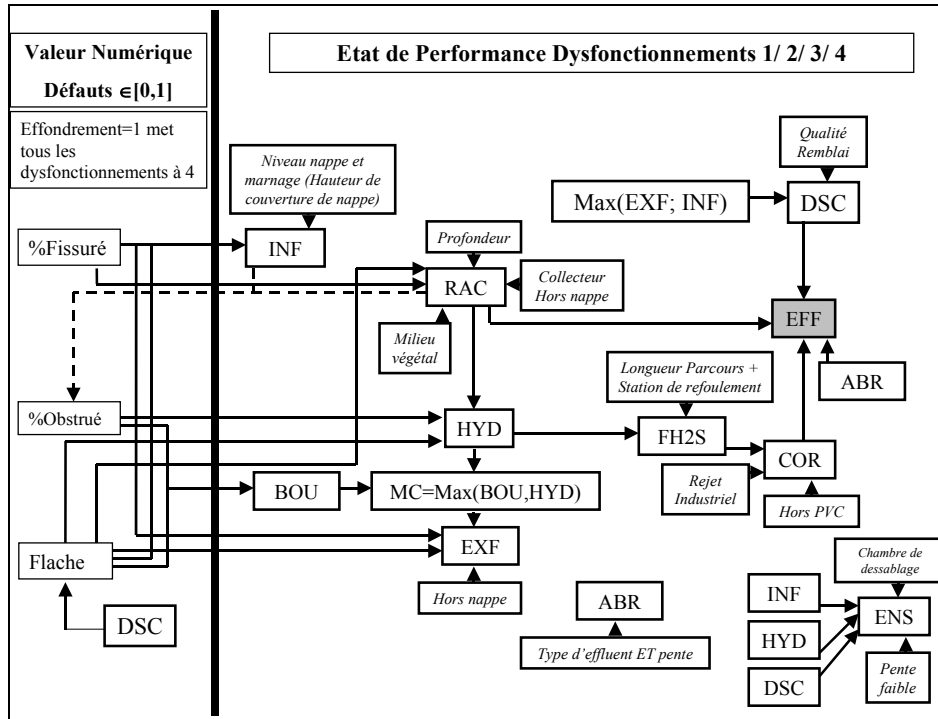


Figure 22 : interactions reproduites dans le *démonstrateur* entre défauts et dysfonctionnements

Dans la réalité, les processus physiques et chimiques d'évolution ne sont pas connus, seules leurs conséquences (évolution des états, des défauts, des performances) pouvant être mesurées...

Dans les deux cas (*démonstrateur* et *simulateur opérationnel*), ce sont les mêmes outils de traitement des données, les mêmes logiques de construction et d'utilisation de modèles qui sont à l'œuvre (le lecteur se reportera au Tableau 8 qui établit le parallèle entre les deux situations).

Ces réserves étant faites, nous pouvons affirmer que **la collecte, la mise en forme et l'archivage, puis l'exploitation des données relatives au patrimoine sont des éléments indispensables pour améliorer les procédures de gestion du patrimoine réseau**. Le *démonstrateur* permet d'illustrer les nombreux apports qui en découleront pour le confort et l'efficacité des gestionnaires :

- disposer de tableaux de bords fiables et objectifs pour mieux connaître l'état (et la valorisation économique) de son patrimoine technique ;
- être capable de procéder à des arbitrages plus objectifs, en connaissance de cause, en phase d'entretien comme de travaux de réhabilitation ;
- être capable de rationaliser sa démarche de maintenance préventive, voire proactive, en programmant de façon optimale son recueil d'information.

Bien entendu, l'accumulation de données est un travail long et coûteux, mais certaines retombées, comme l'identification des risques relatifs, qui permet de hiérarchiser rapidement les tronçons dans le contexte spécifique d'une collectivité, peut se faire avec des données partielles, les appréciations et estimations s'affinant au fur et à mesure que les données s'accumuleront.

L'utilisation d'un *simulateur opérationnel* de gestion ne dépossédera pas le gestionnaire de son expertise. Son rôle sera simplement transformé et enrichi : il lui reviendra de définir les indicateurs qu'il souhaite suivre, de procéder aux arbitrages multicritères en définissant des échelles combinant différents indicateurs (le *démonstrateur* offre déjà cette possibilité) et, surtout, de définir les objectifs de qualité qu'il souhaite respecter. Disposant d'une base plus fiable pour ses décisions, il sera mieux à même, face aux élus ou face aux responsables d'autres services techniques, de justifier le bien-fondé de ses arbitrages.

Page gauche blanche

4. CONSTRUCTION D'UN SYSTÈME D'INDICATEURS DE PERFORMANCE

4.1 DÉFAUTS, DYSFONCTIONNEMENTS ET IMPACTS

L'idée directrice de la méthode RERAU 5/6 est d'identifier des tronçons prioritaires vis-à-vis d'**investigations** ou de **réhabilitations** en basant cette hiérarchisation sur l'**impact** des défauts détectés ou susceptibles de l'être. (Un autre objectif des investigations est d'améliorer le patrimoine de données pour améliorer les modèles, voir les simulations proposées au chapitre 3).

Pour cela il a fallu établir des relations entre l'état physique des ouvrages et les conséquences ultimes des défauts, en passant par leurs conséquences fonctionnelles. Des indicateurs de performance ont donc été définis à trois niveaux :

- les *défauts* caractérisent l'*état* physique des ouvrages. Ce sont des écarts par rapport aux règles de l'art, qui seraient éventuellement inadmissibles en réception d'ouvrages neufs, mais qui peuvent n'avoir guère de conséquences pratiques sur des ouvrages en service. Les défauts sont en général observables par ITV (ex : joint déboîté) ;
- les *dysfonctionnements* sont les conséquences de défauts sur le fonctionnement des ouvrages. Certains dysfonctionnements sont également observables par ITV, sous réserve éventuellement que le contexte s'y prête (ex : infiltrations) ;
- les *impacts* traduisent le caractère plus ou moins nocif des dysfonctionnements en fonction du contexte. Les éléments du contexte pris en compte pour évaluer les impacts sont quant à eux appelés « facteurs de vulnérabilité ».

A partir des indicateurs d'impact sont construits des critères, exprimés sous forme de notes permettant de hiérarchiser les investigations et les réhabilitations.

Les indicateurs de performance pour chacun des trois niveaux sont basés sur des typologies, explicitant respectivement les différents types de défaut, de dysfonctionnement et d'impact à évaluer par autant de familles d'indicateurs.

Pour les défauts, on a utilisé la typologie définie par la norme NF EN 13508-2 : *Système de codage de l'inspection visuelle*. Cette norme définit non seulement une typologie, mais aussi les échelles d'évaluation détaillées correspondantes, et il n'a pas été nécessaire de définir d'autres indicateurs.

Pour les dysfonctionnements et pour les impacts on a défini des typologies spécifiques, en cohérence avec les normes NF P 15 900-2, NF EN 752-2 « Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments : prescriptions de performance » et NF EN 13508-1 « Détermination de l'état des réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments : exigences générales », et dans la mesure du possible avec les indicateurs de performance pour les services d'assainissement proposés par l'IWA (*International Water Association*).

Ces typologies sont les suivantes :

Tableau 16 : typologie des dysfonctionnements

INF : infiltration ; EXF : exfiltration ; HYD : diminution de la capacité hydraulique ; DEB : débordements (inondation) ; DEV : déversements anormaux ; ENS : ensablement ; BOU : bouchage ;	DSC : déstabilisation du complexe sol-conduite ; ATC : attaque chimique en cours ; RAC : dégradation en cours par intrusion de racines ; ABR : dégradation en cours par abrasion ; EFF : altération de l'intégrité structurale, risque d'effondrement.
--	--

Tableau 17 : typologie des impacts

POL : pollution des eaux de surface, par débordements, surverses, ou perturbation des filières d'épuration ; PON : pollution des sols et des eaux souterraines ; NUH : nuisances « hydrauliques » : interruption de service, odeurs, inondations, en domaine privé ou sur la voie publique ; TRA : nuisances diverses (y compris celles qui sont dues aux opérations d'exploitation) : atteintes à la sécurité ou à la fluidité du trafic (hors inondations), bruit, gêne pour l'accès aux commerces...	DOB : dommages au bâti, y compris infiltrations en cave ; CXR : surcoûts d'exploitation du réseau (y compris le coût de la réduction de la durée de vie des équipements) ; CXS : surcoûts d'exploitation de la station d'épuration, y compris le déficit d'aides publiques ; CDV : coût de la réduction de la durée de vie des ouvrages, et surcoût des interventions curatives par rapport à des interventions préventives ou proactives.
--	---

L'établissement de la typologie des dysfonctionnements a nécessité de nombreux ajustements qui ont porté plus particulièrement sur les points suivants :

- statut de certains aspects hydrauliques (écoulement ralenti, écoulement en charge), n'ayant pas d'impacts directs, mais précurseurs de dysfonctionnements ayant un impact (ensablement, déversement) ; le cas de la mise en charge est rendu délicat du fait que ce dysfonctionnement est explicitement cité dans les normes, mais semble-t-il en tant que « précurseur » de débordements. Finalement on a opté pour un seul dysfonctionnement de ce type, baptisé « réduction de la capacité hydraulique », étant entendu qu'il s'agit d'une diminution de la capacité hydraulique d'origine, et qu'un sous-dimensionnement ne constitue pas un dysfonctionnement en tant que tel ;
- statut des défauts de structures ; le modèle retenu s'attache à distinguer les écarts aux règles de l'art de leurs conséquences réelles en terme d'impact, et pour ce faire les dysfonctionnements sont considérés comme un intermédiaire obligé. Ainsi la

présence de racines en soi n'est pas forcément un problème. C'en est un, soit si elles provoquent des obstructions, soit si en se développant elles risquent de provoquer des obstructions, soit si leur action mécanique sur le collecteur conduit à une perte de stabilité au cours du temps. C'est ce dernier aspect qui a été considéré comme le dysfonctionnement direct lié à la présence de racines. Ce dysfonctionnement est en fait **un processus de dégradation** lié au **développement** des racines davantage qu'à leur présence (quant à la **présence** de racines, elle est aussi considérée comme un **défaut**, entraînant un risque de bouchage). Le même raisonnement a été appliqué aux autres processus de déstabilisation : attaque chimique, abrasion, effondrement, déstabilisation de l'encaissant. La définition de dysfonctionnements correspondant à ces processus de dégradation tient à l'objectif de mettre en lumière l'opportunité d'actions préventives et d'actions proactives (visant à réduire ou à enrayer un processus de vieillissement trop rapide).

4.2 LES DONNÉES UTILISÉES EN ENTRÉE DE LA MÉTHODE

Divers types d'informations sont utilisées en entrée de la méthode. La plupart servent à caractériser l'état, les dysfonctionnements, voire les impacts, ainsi que la vulnérabilité des milieux aquatiques, de l'environnement urbain... et des finances publiques. Certains permettent de prévoir l'état des ouvrages avant même d'entreprendre des inspections visuelles.

Ces informations sont assez facilement disponibles dans l'état actuel de la technique, et la plupart sont déjà collectées par de nombreuses collectivités et leurs exploitants. On trouvera au chapitre 8 quelques exemples de collecte systématique d'informations par les collectivités qui ont participé au projet RERAU. Il faut néanmoins souligner que la méthode ne prend tout son intérêt que si les données collectées présentent les caractéristiques suivantes :

- accessibilité, *via* des outils de gestion de bases de données adaptés ;
- taux de couverture significatif : des ITV qui ne concerneraient que 10 % du réseau, ou d'un bassin versant particulier, ne seraient guère exploitables, et il faudra souvent alimenter une base de données pendant plusieurs années avant de pouvoir commencer à la valoriser ;
- représentativité : outre un taux de couverture suffisant, il faut aussi que les différentes « catégories » de canalisations (âge, dimensions, matériaux, etc.) soient concernées par les observations. Par exemple des inspections visuelles qui ne seraient faites qu'à l'occasion de réception de travaux neufs ne suffisent pas pour appliquer la méthode ;
- fiabilité : ce point concerne en particulier les paramètres descriptifs du réseau et de son environnement (âge, dimension, implantation, profondeur, etc.) ainsi que les informations issues de plaintes et de compte rendus d'intervention, par exemple de curage ; ces informations sont souvent peu codifiées, voire mal localisées, et l'utilisation de données non acquises à des fins de gestion doit se faire avec prudence.

La construction de telles bases de données constitue un préalable à l'application de la méthode, et pourra nécessiter dans certains cas des collectes d'informations spécifiques. Certaines informations pourront être collectées « à la demande », en les limitant aux tronçons où elles sont susceptibles d'être décisives. C'est en particulier le cas pour les données relatives à la vulnérabilité du milieu urbain. On trouvera au chapitre 8 quelques orientations dans ce domaine.

On peut résumer les informations nécessaires en les regroupant par échelle géographique.

Le **tronçon** correspond à une longueur de quelques dizaines de mètres, en général délimitée par deux regards. C'est l'échelle de description la plus fine pour ce qui concerne les dysfonctionnements. Cette description résultera souvent d'une agrégation d'informations concernant les défauts définis à une échelle encore plus fine (de l'ordre du mètre, ou de l'élément de canalisation).

Un **bassin versant** correspond à l'ensemble des tronçons situés à l'amont d'un point ou d'un tronçon donné. Ce point peut être un déversoir d'orage, un poste de relèvement, un point de mesure permanent ou temporaire, voire la station d'épuration. L'échelle du bassin n'est donc pas unique, mais spécifique à chaque type d'information disponible (relevé de surverse, enregistrement de débit...).

Certaines informations peuvent être disponibles à l'échelle d'un **secteur**, qui ne correspond pas nécessairement à la notion de bassin versant. Ces informations concernent des facteurs de risque (géologie) ou de vulnérabilité, ou encore la « zone d'influence » définie à l'aval d'un site de débordement, de déversement ou de mise en charge, et dans laquelle est susceptible de se trouver la cause des dysfonctionnements en question.

Échelle du tronçon :

- description des ouvrages (diamètre, matériau, cotes radier, profondeur, date de pose...);
- industries raccordées ;
- type de voie et trafic ;
- inspections visuelles ;
- mesures de débit (campagnes nocturnes/étude diagnostic) ;
- observations de mises en charge (au niveau des regards) ;
- relevés d'ensablement (au niveau des regards en non visitable).

Échelle du bassin versant (BV) :

- bilan d'autosurveillance des déversoirs d'orage ;
- synthèses de mesures continues (autosurveillance, diagnostic permanent) pluie-débits transités ;
- résultats d'étude diagnostic ;
- bilans d'interventions (débordement, bouchage) ;
- sensibilité du milieu récepteur ;
- coûts d'exploitation au m³.

Échelle du secteur géographique :

- facteur de risques géologiques ;
- type d'urbanisation ;
- zone d'influence d'un déversement, d'un débordement, d'une mise en charge.

4.3 PRINCIPES DE CONSTRUCTION DES INDICATEURS

Certains indicateurs sont issus d'informations disponibles sous forme quantitative (débits d'infiltrations, nombre de déversements, etc.), d'autres ne sont disponibles que sous forme de modalités : c'est le cas pour tout ce qui concerne les facteurs de vulnérabilité. Tous les indicateurs sont exprimés sous forme de modalités ordonnées sur une échelle à quatre degrés. Les valeurs 3 et 4 correspondant respectivement à une défaillance et à une défaillance majeure telles que définies au titre 2.3.

Cette option présente les avantages suivants :

- normalisation de toutes les données selon une échelle indépendante de la gamme des valeurs rencontrées et des unités ;
- traitement homogène des données qualitatives et quantitatives, en particulier pour évaluer des impacts par combinaison d'un dysfonctionnement quantifié et d'une vulnérabilité exprimée en modalités ;
- définition simple des opérateurs de combinaison sous forme de tables. Cette possibilité est intéressante pour les opérateurs un peu complexes, impliquant par exemple un effet de synergie, qu'il ne serait pas facile de représenter analytiquement. Elle permet aussi à l'utilisateur de modifier facilement les opérateurs pour les adapter à ses besoins.

Cette conversion des données quantitatives en modalités correspond à une perte d'information. Elle ne doit être effectuée que pour exploiter des résultats qui resteront stockés dans une base de données sous leur forme d'origine, quantitative.

4.3.1 Indicateurs simples

Ils sont issus d'informations provenant des données de terrain, éventuellement extrapolées par des modèles de vieillissement. Pour chaque dysfonctionnement et pour chaque impact, ont été définis plusieurs indicateurs, correspondant à divers types d'informations disponibles. Comme on l'a vu au § 4.2, une première caractérisation des informations est leur échelle spatiale. De même les indicateurs peuvent être définis à l'échelle du tronçon, ou du bassin versant/secteur. Un deuxième élément de caractérisation concerne la nature des informations utilisées. Il peut s'agir :

- **d'observations directes** : par exemple les infiltrations peuvent être observées directement à l'aide de mesures de débit à l'échelle du bassin versant, ou d'ITV en période favorable à l'échelle du tronçon. Les impacts sont assez rarement observés directement, sauf dans le cas de la qualité des eaux de surface ;
- **d'estimations issues d'observations** : elles concernent les *dysfonctionnements* qui peuvent résulter des défauts observés par ITV, mais qui n'ont pas été eux-mêmes

observés. L'absence d'observation directe du dysfonctionnement peut avoir deux origines. L'observation peut être techniquement difficile : par exemple l'observation de défauts d'étanchéité permet d'estimer la présence probable d'infiltrations, qui ne peuvent être observées à l'échelle du tronçon qu'en période de nappe haute. L'absence d'observation peut également être due au fait que le dysfonctionnement concerné ne s'est pas encore manifesté et n'existe qu'à l'état de risque latent : c'est par exemple le cas pour les risques de débordement ;

- une démarche de même type peut être appliquée aux *impacts* : leur estimation correspond à la combinaison d'un dysfonctionnement observé (ou estimé à partir d'observations) et d'une vulnérabilité. Par exemple l'impact d'un débordement combine sa fréquence et le type d'occupation du sol concerné ;
- d'**estimations à partir de facteurs de risques** : elles sont issues de la connaissance de facteurs de risques, de modèles statistiques ou de modèles de vieillissement, qui permettent d'évaluer un état de santé probable d'un tronçon avant même de réaliser une ITV. Cet état de santé permet à son tour d'estimer des dysfonctionnements, voire des impacts mais il sera à confirmer par une ITV.

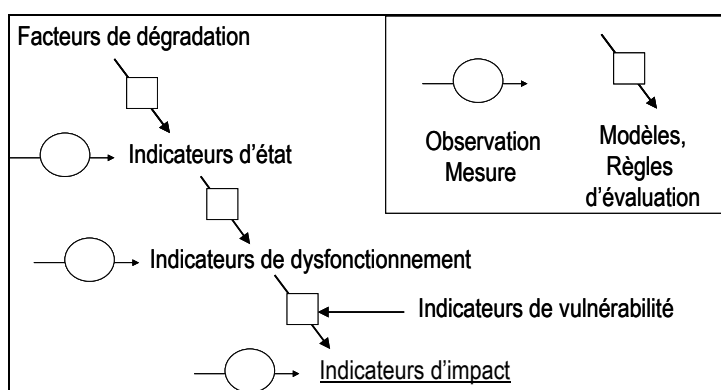


Figure 23 : construction des différentes familles d'indicateurs de performance

En pratique la construction de ces indicateurs s'est effectuée selon une démarche à la fois ascendante (des effets aux causes) et descendante (des causes aux effets) centrée sur le niveau « dysfonctionnement ».

Pour chaque type de dysfonctionnement, on a cherché à établir sa relation *directe* avec les divers types de défauts observables par inspection visuelle, selon un système de notation exposé au titre 4.4.1.

Il en résulte un premier indicateur de dysfonctionnement, du type estimé à partir d'observation à l'échelle du tronçon, sauf pour les dysfonctionnements n'ayant pas de relation directe avec des défauts, mais résultant d'un autre dysfonctionnement (débordement, déversement, ensablement).

Lorsque aucune ITV récente n'est disponible, l'observation directe des défauts est remplacée par une estimation de l'état général du collecteur (4.4.2), basée sur des modèles statistiques, des facteurs de risques, des modèles de vieillissement,

éventuellement complétés par les résultats d'anciennes ITV. Cet état de santé estimé, le cas échéant combiné à des facteurs spécifiques du dysfonctionnement considéré (niveau de nappe par exemple) fournit un indicateur estimé à vérifier par des observations.

Pour certains dysfonctionnements (infiltrations, débordements, déversements...), des observations directes sont susceptibles de fournir des indicateurs, souvent à l'échelle du BV, parfois à l'échelle du tronçon. Enfin les débordements « risqués » peuvent être estimés à partir de dysfonctionnements observés ou estimés à partir d'observations.

On obtient ainsi une série d'indicateurs de différentes natures pour chaque dysfonctionnement.

On définit ensuite des règles d'évaluation des conséquences de chaque dysfonctionnement en termes d'impacts, le plus souvent en croisant un indicateur de dysfonctionnement avec un indicateur de vulnérabilité, tous deux spécifiques de chaque impact d'un dysfonctionnement donné.

4.3.2 Indicateurs composites

Le passage des dysfonctionnements aux impacts nécessite une étape préliminaire de réduction du nombre des indicateurs pour un dysfonctionnement. Cette réduction s'opère par agrégation des indicateurs définis à l'étape précédente. Il faut donc définir des règles de combinaison, ou opérateurs, permettant d'associer à deux voire trois valeurs d'indicateurs, éventuellement définis à des échelles spatiales différentes, une seule valeur d'un indicateur composite. Ces opérateurs sont spécifiques de chaque combinaison, et expriment les choix faits par le groupe de travail, notamment en cas d'informations manquantes (et remplacées alors par une valeur « pessimiste » pour inciter à l'acquisition de données) ou d'informations contradictoires (valeur résultante traduisant la fiabilité relative des informations à combiner).

L'exemple donné dans le Tableau 18 illustre la construction d'un indicateur composite à l'échelle du tronçon à partir d'un indicateur estimé à partir d'observations à l'échelle du tronçon et d'un indicateur issu d'observations à l'échelle du bassin versant.

La logique de construction de ce tableau correspond à une moyenne « pessimiste » :

- si les deux indicateurs donnent la même note : pas de problème ;
- si le désaccord entre les deux indicateurs n'est que d'un point : on retient le plus défavorable ;
- si le désaccord dépasse un point : la note la plus défavorable est bonifiée (minorée) d'un point ;
- en outre si une des deux informations n'est pas disponible, on retient l'autre. Si les deux informations sont absentes, on attribue une note de 3, assez défavorable.

Tableau 18 : table de définition d'un indicateur composite d'infiltrations (INF7), évalué à partir de deux indicateurs, l'un estimé à partir de facteurs de risques à l'échelle du tronçon (INF5) et l'autre à partir de mesures de débit à l'échelle du BV (INF1). (Le point d'interrogation correspond à l'absence de données pour l'indicateur concerné)

INF5	1	2	3	4	?
INF1					
1	1	1	2	3	1
2	1	2	3	3	2
3	2	3	3	4	3
4	3	3	4	4	4
?	1	2	3	4	3

Dans ce cas précis, le rôle joué par les deux informations de base est symétrique. Dans d'autres cas de figure, on peut donner plus de poids à l'une des deux informations pour obtenir le résultat final.

4.4 ESTIMATION DES DYSFONCTIONNEMENTS À PARTIR DE L'ÉTAT OBSERVÉ OU ESTIMÉ D'UN TRONÇON

4.4.1 Estimation des dysfonctionnements à partir de l'état observé

Le principe est d'inventorier, pour un dysfonctionnement donné, l'ensemble des défauts (codifiés selon la norme NF EN 13508-2) susceptibles d'y contribuer, puis de définir un système de notation permettant de cumuler les défauts à l'échelle du tronçon pour situer celui-ci sur une échelle de 1 à 4 vis-à-vis du dysfonctionnement en question.

Le système de notation retenu permet de traiter ensemble les défauts ponctuels et les défauts répartis, et de prendre en compte à la fois leur gravité et leur étendue selon la procédure suivante :

1. codage C_i des observations O_i selon la norme NF EN 13508-2 ;
2. traduction des codes C_i en notes élémentaires N_i en multipliant le poids de chaque défaut (défini dans les tableaux joints aux fiches descriptives de chaque indicateur) par son étendue ; une étendue forfaitaire (P) est attribuée aux défauts ponctuels ;
3. calcul de la densité : $D = N / LT$, avec $N = \sum N_i$ et LT : longueur du tronçon (m) ;
4. définition du niveau de dysfonctionnement par comparaison de la densité D avec les trois seuils $S1$, $S2$, $S3$:
 Niveau 1 si : $D \leq S1$; Niveau 2 si : $S1 < D \leq S2$;
 Niveau 3 si : $S2 < D \leq S3$; Niveau 4 si : $S3 < D$;
5. pour l'observation directe de dysfonctionnements caractérisés, une seule observation suffit à attribuer une note sans passer par la densité.

Cette procédure fournit un cadre permettant d'attribuer une note globale à chaque tronçon, caractérisant son état vis-à-vis de chaque type de dysfonctionnement. Elle doit être calibrée, en ajustant l'échelle des poids et la longueur forfaitaire attribuée aux défauts ponctuels (voir les résultats d'expérimentations proposés au titre 9.1)

On a retenu une échelle des poids définie par un seul paramètre α , et quatre niveaux de gravité : 1, α , α^2 , α^3 (Boinel, 1995 ; Chergui, 1996). Cela signifie qu'un seul défaut d'un niveau de gravité donné est équivalent à α défauts du niveau de gravité immédiatement inférieur. Un exemple est présenté dans le Tableau 19.

Tableau 19 : extrait du tableau INF4
pour l'utilisation des résultats d'une inspection visuelle

Observation O_i	Code C_i	1	α	α^2	α^3	Gravité Étendue
Déformation	BAA		BAA			P
Fissure	BAB	B		C		L_{obs}
Rupture / effondrement	BAC			A	B/C	P
Mortier manquant	BAE		BAE			P
Raccordement défectueux	BAH			B/C/D		P
...	...					
...	...					

Par exemple, pour $P = 5$ et $\alpha = 3$, un raccordement défectueux correspondant au code *BAH B* est traduit par une note $N_i = 45$. Une fissure correspondant au code *BAB C* de 3 m est traduite par une note $N_i = 27$.

Un tronçon de 50 m, présentant 4 désordres *BAH B* et un désordre *BAB C* de 3 m obtient une note $N = 207$ et une densité $D = 4,14$.

Cette procédure peut être affinée si on dispose des données de base de l'ITV : en décrivant les défauts m par m, on peut calculer un indice d'homogénéité du tronçon, et orienter les travaux de réhabilitation vers de la réparation (défauts ponctuels) ou de la rénovation (défauts répartis). Un exemple illustratif est proposé au titre 9.2.

4.4.2 Estimation des dysfonctionnements à partir de l'état estimé d'un tronçon

Lorsque l'on ne dispose pas d'une ITV récente, il faudra recourir à une estimation de l'état du tronçon. Cette estimation pourra être basée sur l'utilisation des fonctions de survie, dont le principe est exposé en 9.3.

L'idée de base est d'évaluer l'état d'un tronçon à partir de son âge, et de sa « catégorie ». Celle-ci fait référence à une typologie des facteurs de vieillissement ou de dégradation des collecteurs, et correspond à une combinaison de facteurs tels que matériau, profondeur, charges supportées, environnement géologique...

4.5 INDICATEURS DE VULNÉRABILITÉ

Selon une démarche inspirée de celle qui se pratique dans l'étude des risques, des indicateurs de vulnérabilité sont définis pour estimer des impacts à partir de dysfonctionnements. Ils correspondent à des échelles de sensibilité, pour la constitution desquelles la méthode RERAU ne fait que quelques propositions, que l'on trouvera dans les fiches consacrées aux indicateurs de vulnérabilité. Chaque gestionnaire pourra donc définir ces échelles de sensibilité selon ses propres règles.

Le Tableau 20 récapitule les divers types d'indicateurs de vulnérabilité : ceux-ci sont en général identifiés par la combinaison d'un élément vulnérable et d'un impact. C'est le cas par exemple pour les indicateurs V-ES-POL (*sensibilité des eaux de surface à des rejets polluants*) et V-URB-TRA (*sensibilité du milieu urbain à des perturbations diverses*). Dans d'autres cas, l'indicateur de vulnérabilité est identifié par la combinaison d'un élément vulnérable et d'un dysfonctionnement : V-CXR-BOU (*facteurs de surcoûts d'exploitation liés à des interventions de débouchage*).

Tableau 20 : facteurs de vulnérabilité,
en fonction des dysfonctionnements et de leurs impacts

Élément vulnérable		Aléa (dysfonction- nement)	Facteurs de vulnérabilité	Impact	Indicateur de vulnérabilité
Description	Code				
Performance de la station d'épuration	STEP	INF	Type de filière de traitement ; Taux de charge hydraulique ; Facteurs propres à chaque station	POL par perturbation de la STEP	V-STEP-INF
Qualité des eaux de surface	ES	DEV, perturbation de la STEP	Qualité actuelle, objectifs de qualité, usages	POL	V-ES-POL
Qualité des sols et nappes	SN	DEB, EXF	Qualité actuelle, objectifs de qualité, usages	PON	V-SN-PON
Prix de l'eau	CXR	ENS, BOU, INF	Coûts unitaires	CXR	V-CXR-ENS, V-CXR-BOU, V-CXR-INF
	CXS	INF	Coûts unitaires	CXS	V-CXS-INF
	CDV	DSC, ATC, RAC, ABR	Dimensions, profondeur, environnement urbain	CDV	V-CDV
Agrément du milieu urbain, vie économique	URB	ENS, BOU, EXF, EFF	Occupation du sol et environnement urbain : commerce, voirie structurante, etc.	TRA, NUH, DOB	V-URB-TRA, V-URB-NUH, V-URB-DOB-EXF, V-URB-DOB-EFF

Le cas de la *perturbation du fonctionnement d'une station d'épuration* par des apports d'eaux parasites d'infiltration est un peu particulier : cette perturbation n'est répertoriée dans la démarche RERAU ni comme dysfonctionnement, ni comme impact, car c'est un intermédiaire entre le dysfonctionnement INF et l'impact POL. Il y a donc deux facteurs de sensibilité qui s'enchaînent : la sensibilité de la station aux eaux parasites d'infiltration et la sensibilité du milieu récepteur à la dégradation du rejet de la station.

4.6 INDICATEURS D'IMPACT

Les indicateurs d'impact combinent toujours un type d'impact (cf. Tableau 17) et un type de dysfonctionnement susceptible d'en être l'origine directe. Ainsi l'indicateur POL4-DEV-E/O-BV correspond-il à une pollution des eaux de surface (impact proprement dit) causée par un déversement (dysfonctionnement). Les indicateurs d'impact correspondent en règle générale à des estimations obtenues en croisant un indicateur de dysfonctionnement (observé ou estimé) avec un indicateur de vulnérabilité. L'échelle de l'indicateur d'impact (tronçon ou secteur) est alors la même que celle du dysfonctionnement servant de base à son estimation. Deux indicateurs résultent d'observations directes : il s'agit du *dépassement d'une autorisation de rejet* et des *dommages au bâti* constatés. Enfin certains indicateurs d'impact sont obtenus par combinaison : il s'agit de ceux qui font intervenir le dépassement d'une autorisation de rejet et l'impact estimé de surverses.

4.6.1 Impacts définis à l'échelle du tronçon

Le Tableau 21 récapitule les impacts définis à l'échelle du tronçon. Dans chaque colonne figurent les identifiants des différents indicateurs relatifs au type d'impact concerné, et correspondant aux divers dysfonctionnements susceptibles de le provoquer. CXR2, par exemple, désigne l'indicateur d'impact concernant le **surcoût** d'exploitation du réseau (CXR) dû aux opérations de curage (dysfonctionnement ensablement). Les * correspondent aux cas où les indicateurs d'impacts sont identiques aux critères (voir le chapitre 5).

Tableau 21 : définition des indicateurs d'impact en relation avec des dysfonctionnements à l'échelle du tronçon

	PON pollution des sols et des eaux souterraines	CXR surcoûts d'exploitation du réseau	TRA nuisances diverses : perturbation du trafic...	CDV coût de la réduction de la durée de vie des ouvrages	DOB dommages au bâti, y compris infiltrations en cave
EXF : exfiltration	I-R/PON1*				DOB1
ENS : ensablement		CXR2	TRA1		
BOU : bouchage		CXR3	TRA2		
EFF : effondrement			I-R/TRA1*		I-R/DOB1*

	PON pollution des sols et des eaux souterraines	CXR surcoûts d'exploitation du réseau	TRA nuisances diverses : perturbation du trafic...	CDV coût de la réduction de la durée de vie des ouvrages	DOB dommages au bâti, y compris infiltrations en cave
DSC : déstabilisation du complexe sol-conduite				I-R/CDV1*	
ATC : attaque chimique				I-R/CDV2*	
RAC : intrusion de racines				I-R/CDV3*	
ABR : abrasion				I-R/CDV4*	

4.6.2 Impacts définis à l'échelle du secteur

Pour les impacts définis à l'échelle du secteur, la logique est un petit peu plus complexe, car on est amené à prendre en compte non seulement la relation directe dysfonctionnement-impact à cette échelle, mais aussi à prévoir la possibilité de remonter aux dysfonctionnements « sources » à l'échelle du tronçon. Cet objectif est obtenu en distinguant des contextes de temps sec et de temps de pluie, comme le montre la Figure 24.

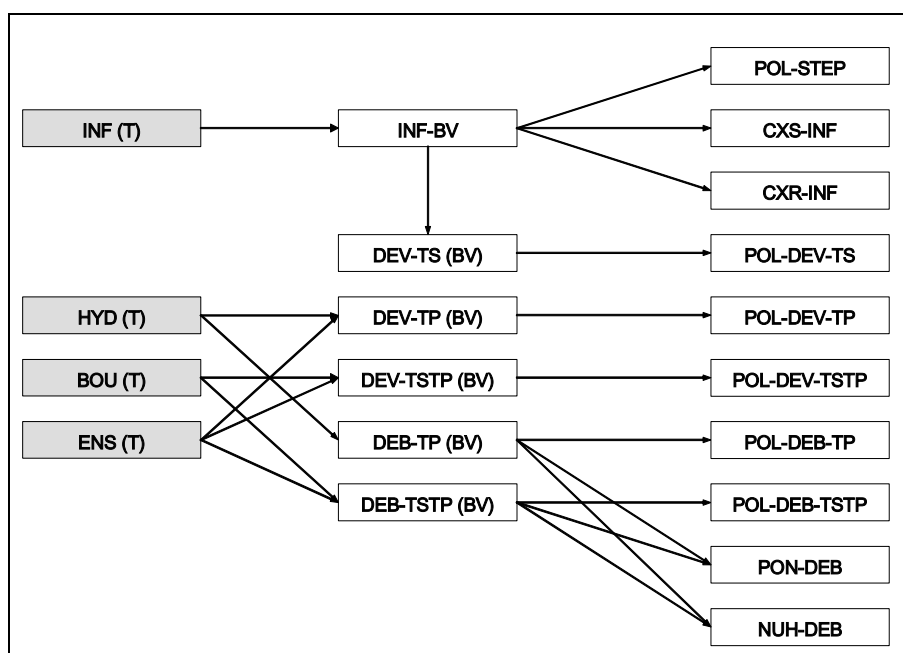


Figure 24 : relations entre les indicateurs d'impact à l'échelle du secteur (à droite) avec les dysfonctionnements à l'échelle du secteur (au centre) ou du tronçon (à gauche, en grisé)

Le Tableau 22 récapitule les indicateurs d'impact définis à l'échelle du secteur. Dans chaque colonne figurent les identifiants des différents indicateurs relatifs au type d'impact concerné, et correspondant aux divers dysfonctionnements susceptibles de le provoquer. NUH2, par exemple, désigne l'indicateur d'impact relatif aux nuisances (NUH) causées par les débordements de temps sec (DEB-TS).

Tableau 22 : définition des indicateurs d'impact en relation avec des dysfonctionnements à l'échelle du secteur

	POL pollution des eaux de surface	PON pollution des sols et des eaux souterraines	CXS surcoûts d'exploitation de la station	CXR surcoûts d'exploitation du réseau	NUH nuisances hydrauliques : inondations, etc.
INF Infiltration	POL 1		CXS 1	CXR 1	
DEV-TS Déversement de temps sec	POL 3				
DEV-TP Déversement anormal de temps de pluie	POL 2, 4, 5				
DEV-TSTP Déversement	POL 6				
DEB-TP Débordement de temps de pluie	POL 7	PON 1			NUH 1
DEB-TS Débordement de temps sec					NUH 2
DEB-TSTP Débordement	POL 8	PON 2			NUH 3

Page gauche blanche

5. AIDE À LA CONSTRUCTION DES PROGRAMMES D'INVESTIGATIONS ET DE RÉHABILITATIONS

5.1 FORMATION DES CRITÈRES POUR LA HIÉRARCHISATION DES INSPECTIONS ET DES RÉHABILITATIONS

La dernière étape de l'élaboration de la méthodologie proposée est la construction de critères. Ce sont des indicateurs particuliers, qui serviront de base à la hiérarchisation des investigations et des réhabilitations, vis-à-vis de chaque type d'impact. On cherche ici à localiser les tronçons responsables, ne serait-ce qu'en partie, des impacts concernés. Les critères sont donc définis à l'échelle du tronçon, en associant aux impacts, qui peuvent être évalués à l'échelle du tronçon ou du bassin versant, des défauts observés ou estimés susceptibles d'en être l'origine. En réalité chaque critère correspond à un couple dysfonctionnement-impact, le dysfonctionnement étant celui qui découle directement des défauts. Par exemple pour un défaut d'étanchéité, un critère sera défini par le couple [infiltration, pollution des eaux de surface], (et non par le couple [surverse, pollution des eaux de surface], car le dysfonctionnement « surverse » est situé à l'aval du dysfonctionnement « infiltration » dans la chaîne allant du défaut à l'impact). Cette option aboutit à une multiplication des critères, mais permet d'intégrer dans l'analyse multicritère à la fois les problèmes à résoudre (les impacts) et les solutions possibles. En effet on considère que le dysfonctionnement « source » (infiltration, ensablement, etc.) est un bien meilleur indicateur des types de solutions possibles (réhabilitation structurante ou non, stratégie d'entretien...) que la multiplicité des défauts identifiables par ITV. Il appartiendra ensuite au gestionnaire d'utiliser ou non cette information dans son analyse multicritère.

On peut distinguer trois configurations, illustrées par les deux figures proposées ci-après :

- a) quand l'impact est défini à l'échelle du tronçon, à partir d'un dysfonctionnement, lui-même estimé à partir d'un indicateur d'état, l'indicateur d'impact peut être utilisé comme critère ; en effet il y a dans ce cas deux indicateurs pour le même impact, correspondant chacun à un type d'indicateurs d'état (estimé ou observé), et utilisables respectivement pour hiérarchiser des tronçons vis-à-vis d'investigations ou de réhabilitations ;

- b) quand l'impact est défini à l'échelle du tronçon, par observation directe ou à partir d'un dysfonctionnement observé, il faut vérifier que l'état du tronçon justifie les actions envisagées ; les critères sont alors obtenus en croisant l'impact avec l'état estimé ou observé du tronçon ;
- c) quand l'impact est défini à l'échelle d'un secteur ou bassin versant, il faut rechercher sur ce secteur les tronçons présentant des dysfonctionnements susceptibles de contribuer à cet impact ; les règles de mise en relation entre dysfonctionnement à l'échelle du tronçon et impact à l'échelle du BV sont détaillées dans les sections relatives à chaque dysfonctionnement. Le changement d'échelle change la nature des dysfonctionnements à prendre en compte. Il s'agit des dysfonctionnements « sources » et non pas de celui qui provoque directement l'impact. Par exemple pour l'impact POLLution par DEVersement, les dysfonctionnements « sources » à l'échelle du tronçon seront des INFiltrations, des BOUchages, des ENSablements. On se reportera à la Figure 24 présentée au titre 4.5. qui décrit ces relations plus complexes, prises en compte pour construire les indicateurs relatifs à certains impacts. Une fois les dysfonctionnements identifiés à l'échelle du tronçon, on se retrouve dans les cas de figure précédents, avec la nécessité éventuelle de mettre ce dysfonctionnement en relation avec l'état estimé ou observé du tronçon.

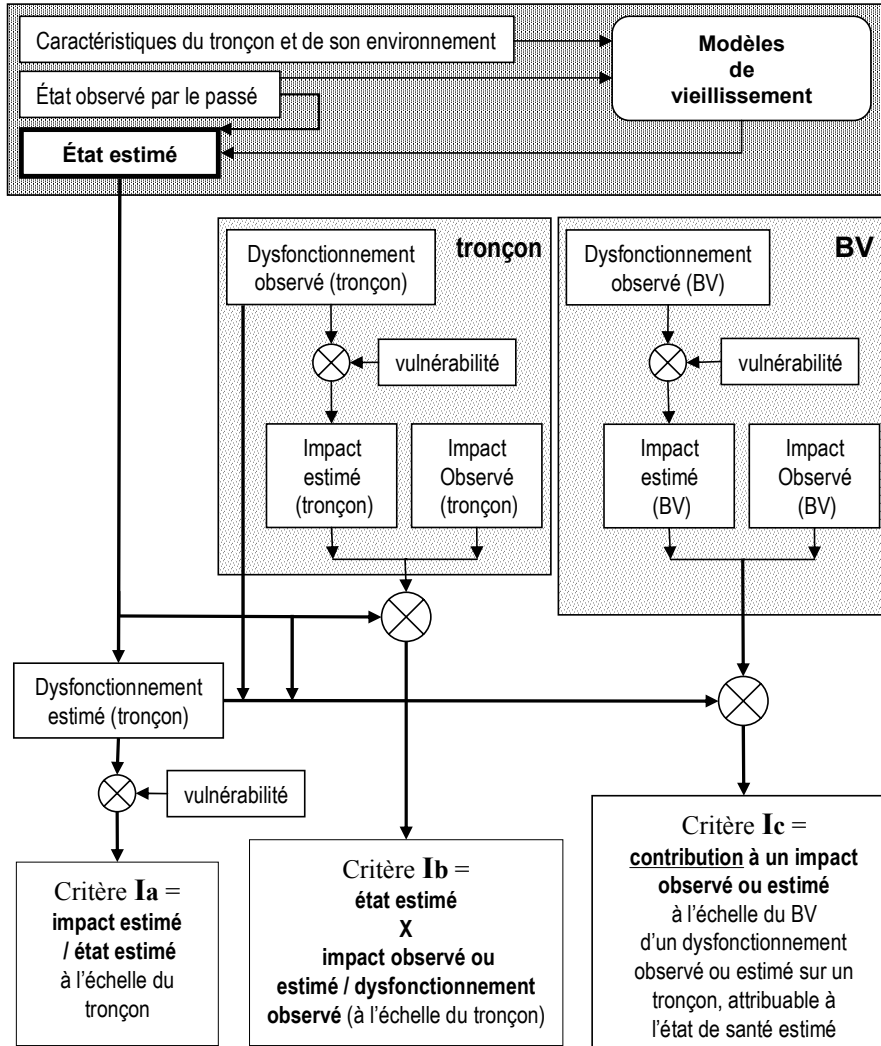


Figure 25 : construction d'indicateurs permettant de définir et hiérarchiser des besoins en investigations, à partir d'un état estimé de chaque tronçon

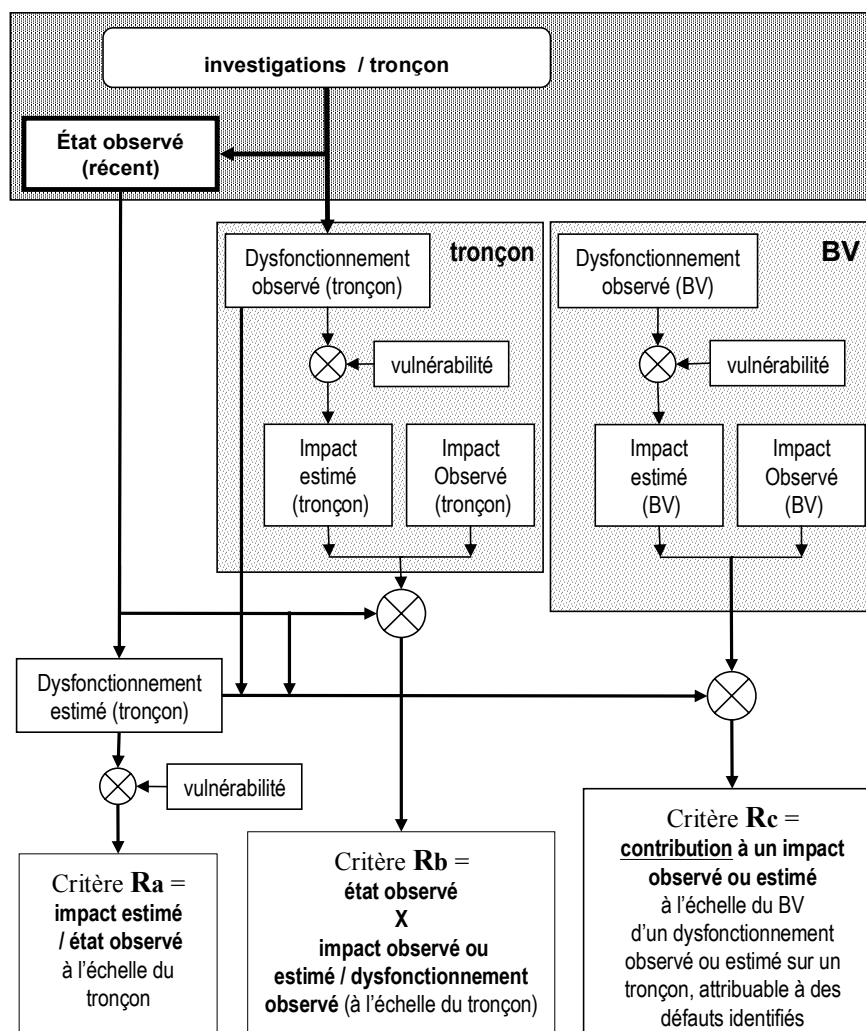


Figure 26 : construction d'indicateurs permettant de définir et hiérarchiser des besoins en réhabilitations, à partir d'un état observé de chaque tronçon

Les figures 25 et 26 sont analogues, hormis le bloc supérieur : utilisation d'un modèle de vieillissement pour obtenir un *état estimé*, ou investigation pour obtenir un *état observé*. Sur ces deux figures, le symbole \otimes représente l'opérateur utilisé pour combiner plusieurs informations, par exemple pour estimer un impact en croisant un indicateur de dysfonctionnement et un indicateur de vulnérabilité. Le Tableau 23 récapitule l'ensemble des critères, et leurs relations avec les couples dysfonctionnement-impact et le Tableau 24 en présente la liste explicite, avec indication de leur type en référence aux trois configurations décrites ci-dessus.

Tableau 23 : relations dysfonctionnement-impact représentées par les critères

IMPACTS	DYSFONCTIONNEMENTS											
	INF - infiltration	EXF - exfiltration	HYD - réduction de la capacité hydraulique	DEB - débordement	DEV - déversement	ENS - ensablement	BOU - bouchage	DSC - dégradation du complexe sol-conduite	ATC - dégradation par attaque chimique	RAC - dégradation par intrusion de racines	ABR - dégradation par abrasion/érosion	EFF - altération de l'intégrité struct. - effondrement.
POL - Pollution des eaux de surface												
... par réduction de l'efficacité en STEP	1											
... par surverses aménagées	2		3		X	5,6	4					
... par débordements			7	X		8	9					
PON - Pollution du sol et de la nappe												
... par exfiltration		1										
... par débordements			2	X		3	4					
NUH - Nuisances / inondations			1	X		3	2,4					
TRA - Perturbations (du trafic, etc.)						2	3					1
DOB - Dommages au bâti		2										1
CXR - Surcoût d'exploitation en réseau	3					1	2					
CXS - Surcoût d'exploitation en STEP	1											
CDV - Coût de la réduction de la durée de vie des conduites								1	2	3	4	

Les identifiants des critères comportent un identifiant d'impact, et un numéro, correspondant aux différentes modalités de cet impact (par exemple pollution des eaux de surface par des surverses ou par un rejet de station dégradé) et/ou aux différents dysfonctionnements générateurs potentiels de cet impact. Pour chaque ligne (par exemple CXR) chaque chiffre indique le nom du sous-critère correspondant : I/CXR3 ou R/CXR3 pour les surcoûts d'exploitation du réseau dus aux INFiltrations. Les X correspondent à des dysfonctionnements intermédiaires, auxquels sont associés des impacts, mais pas de critères. Ces derniers sont associés aux dysfonctionnements d'origine. Par exemple, un dysfonctionnement DEVersement a un impact de type POLLution des eaux de surface, mais les critères correspondant à cet impact sont associés aux dysfonctionnements BOUchage, ENSablement, INFiltration et réduction de la capacité HYDraulique identifiés comme causes possibles de ce déversement.

Tableau 24 : critères pour la définition et la hiérarchisation des inspections et des réhabilitations

Codes des critères et des sous-critères	Type (*)	Intitulés I-R/ : à inspecter ou réhabiliter pour cause de...
I-R/POL I-R/POL1/STEP/INF I-R/POL2/DEV-TS/INF I-R/POL3/DEV-TP/HYD I-R/POL4/DEV/BOU I-R/POL5/DEV/ENS I-R/POL7/DEBTP/HYD I-R/POL8/DEB/ENS I-R/POL9/DEB/BOU	c c c c c c c c	Pollution des eaux de surface par... - réduction de l'efficacité de la STEP par les eaux d'infiltration - déversements de temps sec, liés aux eaux d'infiltration - déversements de temps de pluie, dus à une réduction de capacité hydraulique - déversements, dus à des bouchages - déversements, dus à un ensablement aval - débordements de temps de pluie dus à une réduction de capacité hydraulique - débordements, dus à un ensablement aval - débordements, dus à des bouchages
I-R/PON I-R/PON1/EXF I-R/PON2/DEBTP/HYD I-R/PON3/DEB/ENS I-R/PON4/DEB/BOU	a c c c	Pollution du sol et de la nappe par... - exfiltration - débordements de temps de pluie dus à une réduction de capacité hydraulique - débordements, dus à un ensablement aval - débordements, dus à des bouchages
I-R/NUH. I-R/NUH1/DEB/HYD I-R/NUH2/DEB/BOU I-R/NUH3/DEB/ENS I-R/NUH4/DEB/BOU	c c c c	Nuisances de débordements, - débordements observés, dus à une réduction de capacité hydraulique - débordements observés, dus à des bouchages - débordements observés, dus à un ensablement aval - débordements risqués, dus à des bouchages
I-R/TRA I-R/TRA1/EFF I-R/TRA2/ENS I-R/TRA3/BOU	a b b	Perturbation des activités de surface due à... - un effondrement - des opérations de curage - des interventions de désobstruction
I-R/DOB I-R/DOB1/EFF I-R/DOB2/EXF	a a	Dommages au bâti dus à... - un effondrement - des exfiltrations
I-R/CXR I-R/CXR1/ENS I-R/CXR2/BOU. I-R/CXR3/INF	b b c	Surcoûts d'exploitation en réseau liés... - au curage - aux interventions de désobstruction - aux débits d'eaux parasites d'infiltration
I-R/CXS/INF	c	Surcoûts d'exploitation en station
I-R/CDV I-R/CDV1/DSC I-R/CDV2/COR I-R/CDV3/RAC I-R/CDV4/ABR	a a a a	Risque de surcoûts par réduction de la durée de vie de la conduite par : - dégradation de l'interface sol-conduite - attaque chimique - intrusion de racines - abrasion / érosion

(*) Voir les figures 25 et 26.

Des critères principaux peuvent être formés par agrégation de plusieurs critères associés aux différents dysfonctionnements qui peuvent être à l'origine d'un même impact.

Par exemple, le critère I/POL « *À inspecter pour motif de pollution des eaux de surface* » peut être évalué par agrégation des sous-critères :

- I/POL1/STEP/INF « *À inspecter pour motif de pollution des eaux de surface par réduction de l'efficacité de la station d'épuration par des eaux d'infiltration* » ;
- I/POL2/DEV-TS/INF « *À inspecter pour motif de pollution des eaux de surface par des déversements de temps sec liés à des infiltrations* » ;
- I/POL3/DEV-TP/HYD « *À inspecter pour motif de pollution des eaux de surface par déversements de temps de pluie, dus à une insuffisance hydraulique* » ;
- etc.

L'agrégation permet de réduire le nombre de critères finalement utilisés pour établir les programmes d'inspection. L'agrégation peut être réalisée par impact car les sous-critères ainsi regroupés dépendent tous d'un même indicateur de sensibilité : par exemple l'indicateur V-ES-POL « *sensibilité du milieu récepteur (eaux de surfaces) vis-à-vis d'une pollution* » pour les sous-critères du critère I/POL.

On peut cependant envisager aussi une agrégation par dysfonctionnement, permettant de regrouper, par exemple, tous les impacts induits par les problèmes d'infiltration d'eaux parasites.

5.2 HIÉRARCHISATION MULTICRITÈRE DES INVESTIGATIONS ET DES RÉHABILITATIONS

5.2.1 Synthèse des critères d'investigation ou des critères de réhabilitation

Chaque tronçon, évalué afin de décider une investigation ou une réhabilitation, peut donc être représenté par un profil multicritère : Figure 27.

Quatre niveaux sont distingués :

- niveau 4 : impact majeur ;
- niveau 3 : impact significatif ;
- niveau 2 : impact modéré ;
- niveau 1 : impact faible ou nul.

Tous les critères étant évalués sur ce principe unique, le profil multicritère d'un tronçon peut aisément être synthétisé en considérant la valeur et le poids de chaque critère. Le poids de chaque critère est à fixer par le gestionnaire, pour représenter l'importance relative de ce critère dans sa décision finale.

Un exemple de synthèse est donné sur la Figure 27. Pour le premier tronçon, quatre critères (*C1*, *C2*, *C5* et *C7*), représentant un poids total de 45 %, s'accordent sur le niveau 1, le critère *C4* (de poids 10 %) indique un niveau 2, le critère *C3* (poids 30 %) indique un niveau 3, enfin le critère *C6* (poids 15 %) indique un niveau 4.

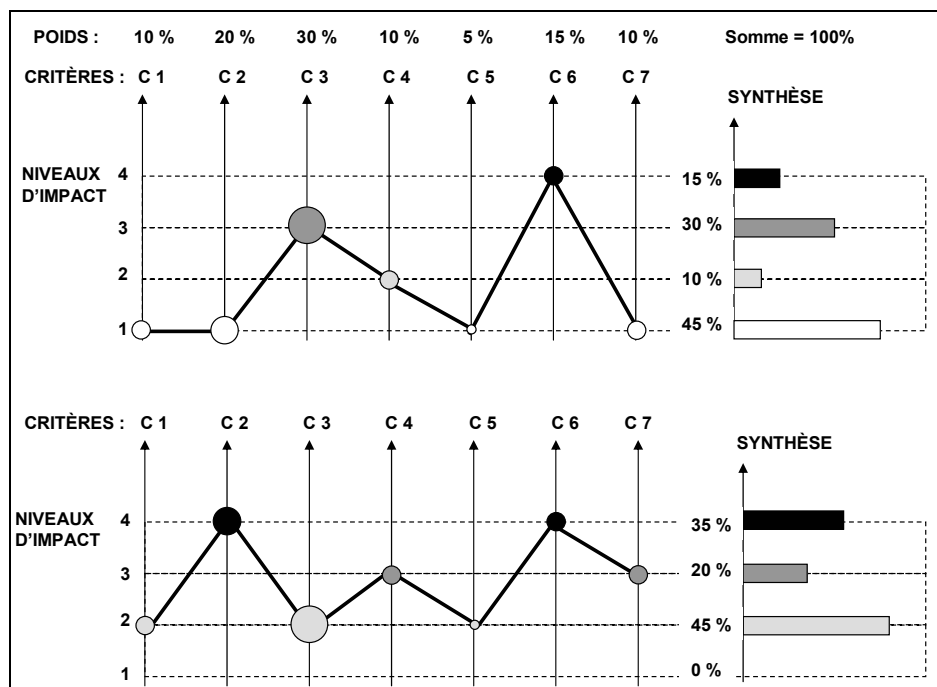


Figure 27 : profils multicritères de 2 tronçons, en considérant 7 critères de décision

En comparant les synthèses des deux profils multicritères, on met facilement en évidence la priorité d'intervention sur le second. Cette comparaison peut être réalisée de différentes manières. Trois exemples sont fournis dans le Tableau 25.

Tableau 25 : exemples de critères de synthèse pour le classement des tronçons

Synthèse :	Niveau moyen	Somme des poids des critères en niveau 4	Somme des poids des critères en niveau 3 ou 4
Tronçon T1	2,15	15 %	45 %
Tronçon T2	2,90	35 %	55 %
Priorité :	T2	T2	T2

Des méthodes d'analyse multicritère, par exemple les méthodes ELECTRE (Maystre *et al.*, 1994), peuvent également être envisagées pour classer les tronçons par niveau de priorité. Ces méthodes ont été appliquées pour hiérarchiser les besoins en réhabilitation au sein d'une population de conduites d'eau potable (Le Gauffre *et al.*, 2004).

5.2.2 Mise à jour des critères et définition des priorités d'investigations

Les critères de réhabilitation sont évalués à partir des résultats d'investigations (inspections visuelles ou auscultations) : les valeurs de ces critères restent donc inchangées tant que de nouvelles investigations n'ont pas été réalisées... sauf dans le

cas où des informations récentes (débordements, déversements, mises en charge constatées, etc.) amènent à actualiser et aggraver certains indicateurs d'impact.

Les critères d'investigation sont quant à eux évalués à partir d'un état de santé présumé (noté EDS), soit uniquement à partir d'un modèle de vieillissement, soit en tenant compte également des résultats de l'investigation précédente. (Ces deux cas sont présentés en détail au titre 9.3 consacré aux modèles de vieillissement).

À l'issue d'une investigation, les résultats obtenus servent à évaluer (ou réévaluer) les critères de réhabilitation et chaque critère d'investigation prend alors la même valeur que le critère de réhabilitation correspondant. En effet, l'état présumé (EDS), utilisé pour évaluer les critères d'investigation, peut être remplacé par l'état constaté lors de l'investigation, c'est-à-dire par l'indicateur de dysfonctionnement estimé à partir des observations, conformément au Tableau 26.

Tableau 26 : indicateurs évalués à partir de l'état observé

dysfonctionnements étudiés à l'échelle du tronçon	indicateurs évalués à partir des observations obtenues lors de l'inspection
Infiltration	INF4-E/O-T
Exfiltration	EXF4-E/O-T
Réduction de la capacité hydraulique	HYD3-E/O-T
Ensablement	ENS4-E/O-T
Bouchage	BOU4-E/O-T
Dégradation du complexe sol-conduite	DSC7-O-T
Dégradation par attaque chimique	ATC7-O-T
Dégradation par intrusion de racines	RAC4-O-T
Dégradation par abrasion / érosion	ABR4-O-T
Effondrement – altération de l'intégrité structurale	EFF3-E/O-T

Si le tronçon est réhabilité, tous les critères sont alors réévalués à partir des résultats de l'ITV de contrôle. Si le tronçon n'est pas réhabilité, une nouvelle investigation ne sera justifiée que lorsque, pour un sous-ensemble de critères représentant un poids total significatif, la valeur de chaque critère d'investigation est strictement supérieure à la valeur du critère de réhabilitation correspondant. En d'autres termes, la programmation d'une nouvelle investigation n'a de sens que si les résultats attendus sont censés faire évoluer le niveau de priorité du tronçon pour une réhabilitation. La Figure 28 illustre ce principe.

La hiérarchisation des investigations comprend donc deux étapes :

- pour les tronçons déjà investigués dans le passé, détermination du sous-ensemble S1 des tronçons pour lesquels la valeur de synthèse des critères d'investigation est strictement supérieure à la valeur de synthèse des critères de réhabilitation ;
- classement global des tronçons non encore investigués et des tronçons de S1.

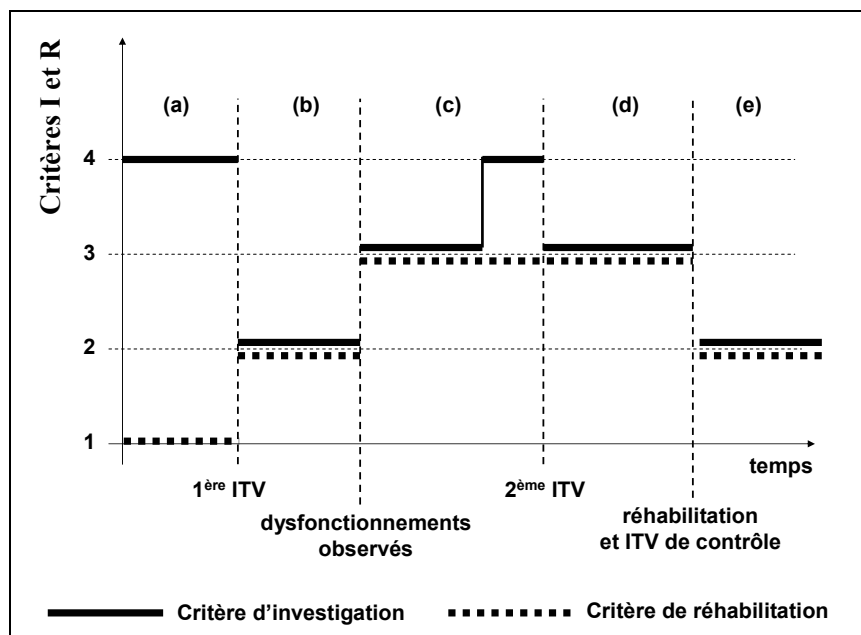


Figure 28 : évolution des critères d'investigation et de réhabilitation au cours du temps

L'exemple présenté sur la Figure 28 correspond à la situation suivante :

- période (a) : en l'absence de résultats d'investigations, le critère de réhabilitation vaut 1, et le critère d'inspection est évalué en fonction de l'état de santé estimé et de dysfonctionnements observés ;
- période (b) : lors de la première inspection, le critère de réhabilitation est évalué à partir des résultats de l'inspection et des dysfonctionnements observés. Le critère d'inspection est égal au critère de réhabilitation, et ne peut donc déclencher une nouvelle inspection ;
- période (c) : suite à de nouvelles observations, et au vieillissement estimé, le critère d'inspection augmente ; le critère de réhabilitation également, mais devient inférieur au critère d'inspection : une nouvelle inspection peut être déclenchée ;
- période (d) : à la suite de la nouvelle inspection, les critères d'inspection et de réhabilitation sont à nouveau égaux, et une nouvelle inspection ne peut pas être déclenchée dans cette situation ;
- période (e) : à la suite d'une réhabilitation, les critères de réhabilitation et d'investigation sont ramenés en niveau 2 (par exemple), ceci compte tenu des résultats de l'inspection de réception.

5.3 APPORTS ET LIMITES DU GUIDE MÉTHODOLOGIQUE POUR LA DÉFINITION DES PROBLÈMES ET LE CHOIX DE SOLUTIONS DE RÉHABILITATION

Le Tableau 27 rappelle la classification des solutions de réhabilitation proposée par la norme NF EN 752-5, et indique les apports du guide méthodologique RERAU pour la mise en évidence d'un besoin de réhabilitation et le choix d'une solution.

Certaines formes de réhabilitation, qui concernent le système d'assainissement ou des équipements (déversoirs d'orage...), ne sont pas étudiées dans le présent guide. Dans ce cas, nous renvoyons au **chapitre 6 du guide « La ville et son assainissement »** (CERTU, 2003), chapitre qui regroupe les fiches méthodologiques associées à des problèmes typiques de diagnostic ou de dimensionnement.

Tableau 27 : apports et limites du guide méthodologique pour la définition des problèmes et le choix de solutions de réhabilitation

<i>Solutions de réhabilitation d'un système d'assainissement selon la norme NF EN 752 - Partie 5 : Réhabilitation (§8)</i>	<i>Études nécessaires, et → apports du guide RERAU5/6 ⇒ renvois à « La ville et son assainissement »</i>
--	--

— **SOLUTIONS HYDRAULIQUES :**

● **Optimisation des capacités disponibles par :**

H1 : enlèvement des étranglements	→ Identification des tronçons sur lesquels une "Réduction de la capacité hydraulique" (HYD) contribue à des déversements préjudiciables (critère R/POL3/DEV-TP/HYD) ou à des débordements préjudiciables (critère R/NUH1/DEB/HYD) ⇒ Diagnostic hydraulique (6.2.6.)
H2 : curage	→ Identification des tronçons sur lesquels un ensablement (ENS) contribue à des déversements amont (critère R/POL5/DEV/ENS) ou à la charge polluante de rejets aval (critère R/POL6/DEVTP/ENS)

● **Réduction des déversements au réseau par :**

H3 : détournement des eaux pluviales vers des bassins d'infiltration ou des zones perméables	<i>Hors du champ d'application du guide RERAU</i>
H4 : utilisation de revêtements de voirie poreux	⇒ Conception d'un système de gestion des eaux pluviales à l'échelle d'une petite zone amont (6.2.17.) ⇒ Dimensionnement d'un ouvrage d'infiltration (6.2.21.)
H5 : détournement du débit vers d'autres réseaux	<i>Hors du champ d'application du guide RERAU</i>

Solutions de réhabilitation d'un système d'assainissement selon la norme NF EN 752 - Partie 5 : Réhabilitation (§8)	Études nécessaires, et → apports du guide RERAU5/6 ⇒ renvois à « La ville et son assainissement »
H6 : construction de collecteurs d'eaux pluviales supplémentaires	Hors du champ d'application du guide RERAU
H7 : réduction des infiltrations parasites et des exfiltrations	→ Identification des tronçons sur lesquels des infiltrations contribuent à une réduction d'efficacité d'une station d'épuration (critère R/POL1/STEP/INF), ou à des déversements de temps sec (critère R/POL2/DEV-TS/INF)
<p>● Atténuation des débits de pointe par :</p>	Hors du champ d'application du guide RERAU
H8 : utilisation des moyens potentiels de stockage en réseau (régulateurs de débit)	
H9 : utilisation des moyens de stockage en surface	⇒ Conception d'un système de gestion des eaux pluviales à l'échelle d'une petite zone amont (6.2.17),
H10 : construction de stockage supplémentaire (canalisation ou bassin de retenue)	⇒ Conception et dimensionnement d'un bassin d'orage (6.2.24.)
<p>● Augmentation de la capacité du réseau par :</p>	Hors du champ d'application du guide RERAU
H11 : remplacement par des canalisations plus grandes H 12 : construction d'une canalisation supplémentaire	⇒ Diagnostic hydraulique (6.2.6.)
— SOLUTIONS ENVIRONNEMENTALES :	
E1 : réduction du déversement de polluants au réseau	→ identification de rejets agressifs par l'identification de tronçons dégradés du fait d'une attaque chimique due à des effluents non conformes (critère R/CDV2/ATC)
<p>● Réduction des déversements prévus de polluants dans le milieu récepteur par :</p>	
E2 : augmentation du débit vers les stations d'épuration	(voir solutions hydrauliques)
E3 : amélioration du piégeage des solides et de la performance hydraulique des déversoirs d'orage	→ Identification des tronçons sur lesquels un ensablement (ENS) contribue à la charge polluante de rejets aval (critère R/POL6/DEVTP/ENS) ⇒ Conception et dimensionnement d'un piège à charriage (6.2.29.) ⇒ Conception et dimensionnement d'un ouvrage de dépollution par décantation (6.2.25.) ⇒ Conception et dimensionnement d'un déversoir d'orage (6.2.26.)

Solutions de réhabilitation d'un système d'assainissement selon la norme NF EN 752 - Partie 5 : Réhabilitation (§8)	Études nécessaires, et → apports du guide RERAU5/6 ⇒ renvois à « La ville et son assainissement »
E4 : contrôle en temps réel	Hors du champ d'application du guide RERAU ⇒ Mise en place d'un système de gestion en temps réel (6.2.33.)
E5 : diminuer l'impact sur l'environnement par un déplacement des points de déversement	Hors du champ d'application du guide RERAU
E6 : réduire les fuites par des mesures telles que : - étanchement des fuites ; - mise en place de revêtements étanches ; - remplacement de la canalisation.	→ Tout critère relatif aux impacts des infiltrations et des exfiltrations (voir solutions structurelles)

— **SOLUTIONS STRUCTURELLES :**

S1 : protection du matériau du collecteur par mise en place à l'intérieur de revêtement ou gaine appropriés	→ identification des tronçons sujets à une dégradation par attaque chimique, abrasion, ou intrusion de racines : voir les critères R/CDV
S2 : traiter la structure du tuyau par : - réparation ; - rénovation ou remplacement.	→ tout critère → selon la distribution (uniforme ou non) des désordres sur le linéaire du tronçon (cf. titre 9.2.)

Tableau 28 : apports du guide méthodologique pour l'identification des investigations à réaliser

<i>investigation</i>	<i>critères proposés dans le guide méthodologique</i>
Inspection visuelle	Tous les critères d'investigation proposés.
Auscultation par mesurage de débits	<p>a) critères du type .../INF : si le nombre de tronçons suspectés de contribuer à des infiltrations préjudiciables s'avère trop important, des mesures de débits peuvent être réalisées pour identifier les sous-BV aux contributions majeures (voir l'indicateur INF1-O-BV au § 6.1) ;</p> <p>b) critères du type .../DEV/... : pour une meilleure connaissance des déversements, en particulier dans le cas d'un milieu récepteur sensible.</p>
Auscultation par méthodes géophysiques	<p>a) le critère I/CDV1/DSC indique les tronçons pour lesquels on peut présumer une dégradation de l'interface sol-conduite ;</p> <p>b) le critère R/CDV1/DSC, s'il a été évalué à partir d'une inspection visuelle (par exemple, le constat de vides et/ou d'une entrée de sol de la tranchée), peut être conforté (ou non) par une auscultation géophysique.</p>
Auscultation par méthodes mécaniques	Les critères R/TRA/EFF et R/DOB/EFF évaluent le risque d'un effondrement et de ses impacts (perturbations et/ou dommages). Une valeur 4 signifie que la probabilité est plus forte qu'ailleurs, et que les conséquences peuvent être importantes. Si la probabilité a été estimée à partir d'une inspection visuelle, une auscultation de type mécanique permet de valider (ou non) cette évaluation.

PARTIE 2

**ÉTUDE DES DYSFONCTIONNEMENTS
ET DE LEURS IMPACTS**

Page gauche blanche

6. INDICATEURS ET CRITÈRES RELATIFS AUX DYSFONCTIONNEMENTS ET AUX IMPACTS

Dans ce chapitre, nous définissons les indicateurs et les critères permettant d'élaborer des priorités d'interventions (investigations ou réhabilitations), en examinant successivement chacun des **dysfonctionnements** suivants :

INF – infiltration ;
EXF – exfiltration ;
HYD – diminution de la capacité hydraulique ;
DEB – débordements (inondation) ;
DEV – déversements anormaux ;
ENS – ensablement ;
BOU – bouchage ;
DSC – déstabilisation du complexe sol-conduite ;
ATC – attaque chimique en cours ;
RAC – dégradation en cours par intrusion de racines ;
ABR – dégradation en cours par abrasion ;
EFF – altération de l'intégrité structurale, risque d'effondrement.

Puis nous proposons un récapitulatif par **type d'impact** :

POL – pollution des eaux de surface, par débordements, surverses, ou perturbation des filières d'épuration ;
PON – pollution des sols et des eaux souterraines ;
NUH – nuisances « hydrauliques » : interruption de service, odeurs, inondations, en domaine privé ou sur la voie publique ;
TRA – nuisances diverses (y compris celles qui sont dues aux opérations d'exploitation) : perturbation du trafic (hors inondations), bruit, accès aux commerces ;
DOB – dommages au bâti, y compris infiltrations en cave ;
CXR – surcoûts d'exploitation du réseau (y compris le coût de la réduction de la durée de vie des équipements) ;
CXS – surcoûts d'exploitation de la station d'épuration, y compris le déficit d'aides publiques ;
CDV – coût de la réduction de la durée de vie des ouvrages, et surcoût des interventions curatives par rapport à des interventions préventives ou proactives.

Comme nous l'avons indiqué au titre 4.3, plusieurs types d'indicateurs ont été définis, selon la nature des informations utilisées pour leur évaluation. Le type d'un indicateur de dysfonctionnement est intégré dans l'identifiant (ou code) de l'indicateur, selon le principe suivant :

DYS-O-T : indicateur relatif au dysfonctionnement DYS, évalué par observation directe (O) à l'échelle du tronçon (T) ;

DYS-O-BV : indicateur relatif au dysfonctionnement DYS, évalué par observation directe (O) à l'échelle d'un bassin versant (BV) ;

DYS-E/O-T : indicateur relatif au dysfonctionnement DYS, évalué à partir d'observations (E/O) à l'échelle du tronçon (T) ;

DYS-E/R-T : indicateur relatif au dysfonctionnement DYS, évalué à partir de la connaissance de facteurs de risque (E/R) à l'échelle du tronçon (T) ;

DYS-C-T : indicateur composite, c'est-à-dire évalué à partir de plusieurs autres indicateurs ;

De même, les types d'indicateurs d'impact sont signalés par les abréviations O, E/O ou C, et T ou BV.

Une fiche associée à chaque indicateur ou critère est proposée dans l'annexe 1.

Dans le présent chapitre, nous exposons uniquement les éléments essentiels de l'approche utilisée pour étudier chaque dysfonctionnement. L'enchaînement des calculs des indicateurs et des critères est présenté par des schémas puis synthétisé dans un tableau récapitulatif.

6.1 LE DYSFONCTIONNEMENT *INFILTRATION* (INF)

Le dysfonctionnement « *infiltration* » résulte de la conjonction d'un défaut d'étanchéité et de la présence d'eau, à un moment donné, à l'extérieur de la canalisation. Il est en général observé à partir de mesures de débit à l'aval d'un bassin versant, après une analyse permettant d'identifier la composante de ces débits correspondant aux infiltrations.

Les débits d'infiltration étant éminemment variables avec le temps, il faut préciser l'échelle de temps de leur quantification.

Trois échelles de temps ont été retenues: l'année, le mois et la semaine et correspondent à différents types d'impact :

- l'*impact économique*, correspond à des dépenses de fonctionnement accrues au niveau des postes de pompage et des stations d'épuration. Il est lié à des volumes et peut être évalué à partir de données à l'échelle **annuelle** ;
- la *pollution des eaux de surface* peut se faire par deux voies :
 - la dégradation des performances des stations d'épuration ;
 - la contribution aux surverses, en particulier en prolongeant leur durée après un événement pluvieux (c'est pourquoi cet impact est évalué à partir des surverses de temps sec, considérées comme dues aux seules infiltrations, alors que les jours de pluie, il n'est pas possible de distinguer la contribution des infiltrations de celle des eaux de ruissellement) ;
 [Pour ces deux types d'impact, l'échelle de temps la plus représentative serait la **semaine** (de pointe)]
- l'*impact mécanique*, par déstabilisation du complexe sol-conduite nécessite à la fois intensité et durée des infiltrations et peut être évalué à l'échelle **mensuelle** (maximum).

Pour accéder à ces trois indicateurs d'infiltrations à l'échelle du bassin versant (BV), il faut disposer de mesures continues de débit, qui peuvent être fournies par des réseaux de mesure de type "autosurveillance". À défaut, on pourra utiliser des évaluations des débits annuels, issues par exemple d'études de diagnostic. Autrement dit, si on ne doit conserver qu'un indicateur parmi les 3, nous suggérons que ce soit l'échelle annuelle qui soit privilégiée.

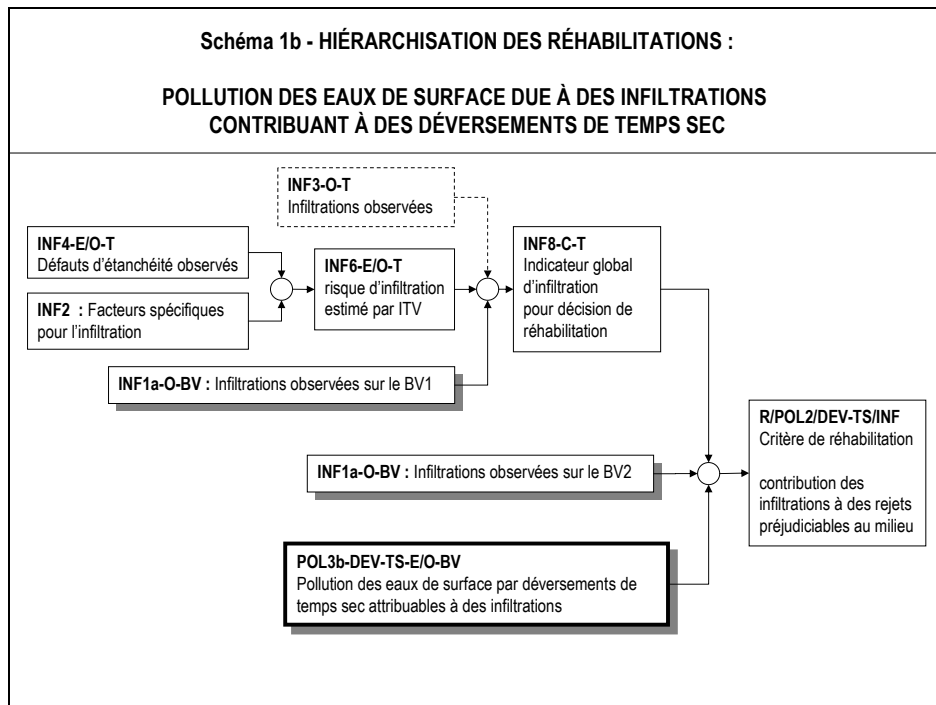
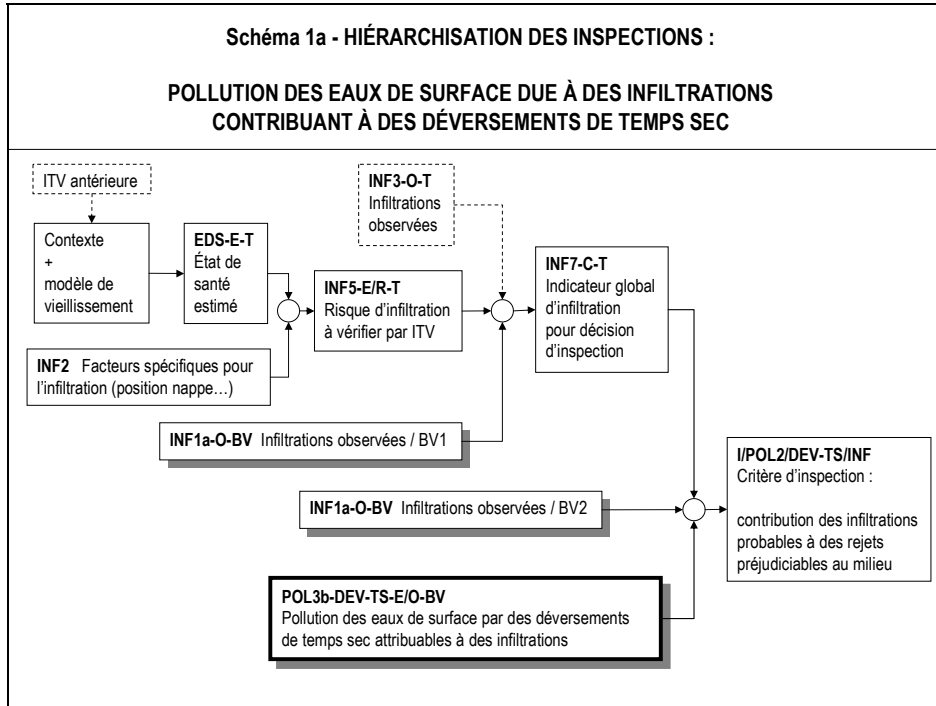
Les infiltrations peuvent également être observées globalement à l'échelle du tronçon, par des mesures instantanées de débit à l'amont et à l'aval (campagnes nocturnes). Elles peuvent aussi être détaillées à l'échelle du tronçon par des inspections vidéo en période favorable. Enfin on peut les estimer à partir de l'observation de défauts d'étanchéité et de la connaissance de la présence d'eau à l'extérieur de la canalisation.

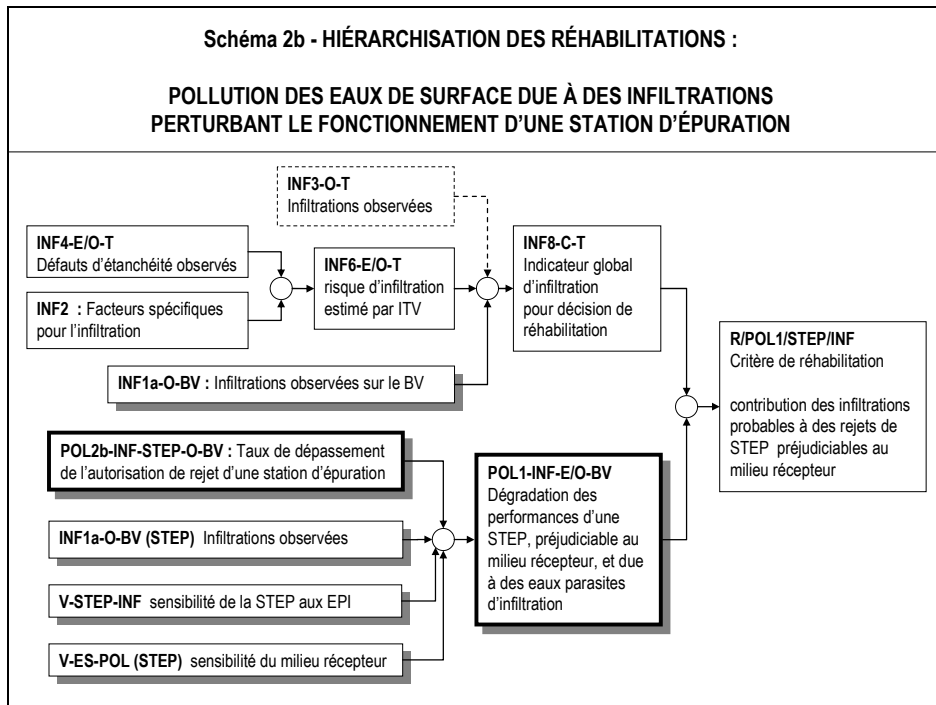
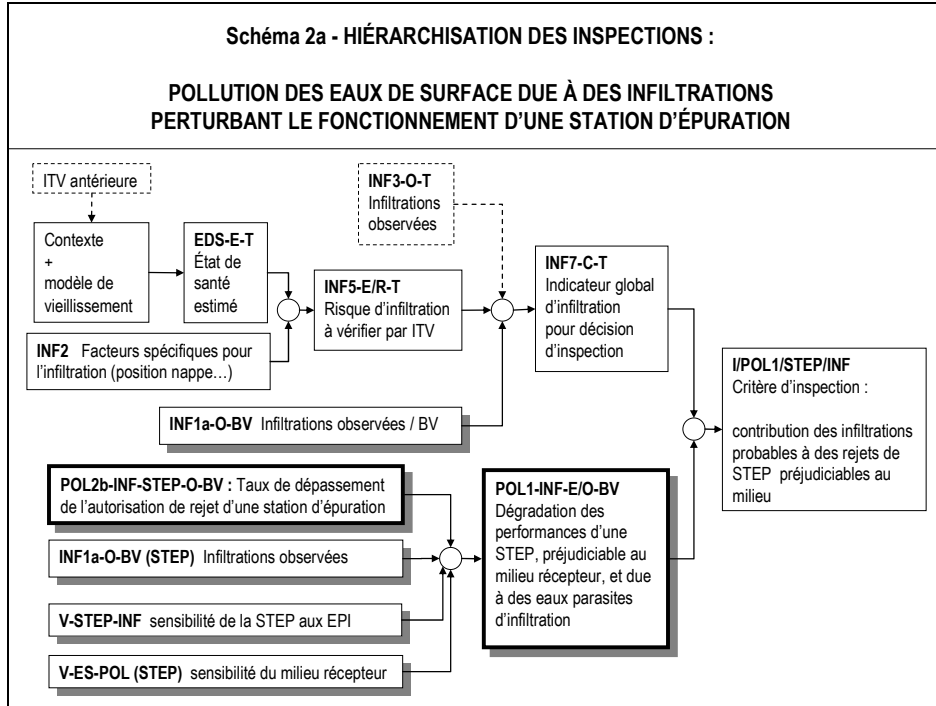
Ces différentes échelles, ces différents modes d'évaluation et ces différents impacts aboutissent à la définition d'assez nombreux indicateurs et critères pour ce dysfonctionnement. Mais la démarche de base est la conjonction d'infiltration observée à l'échelle

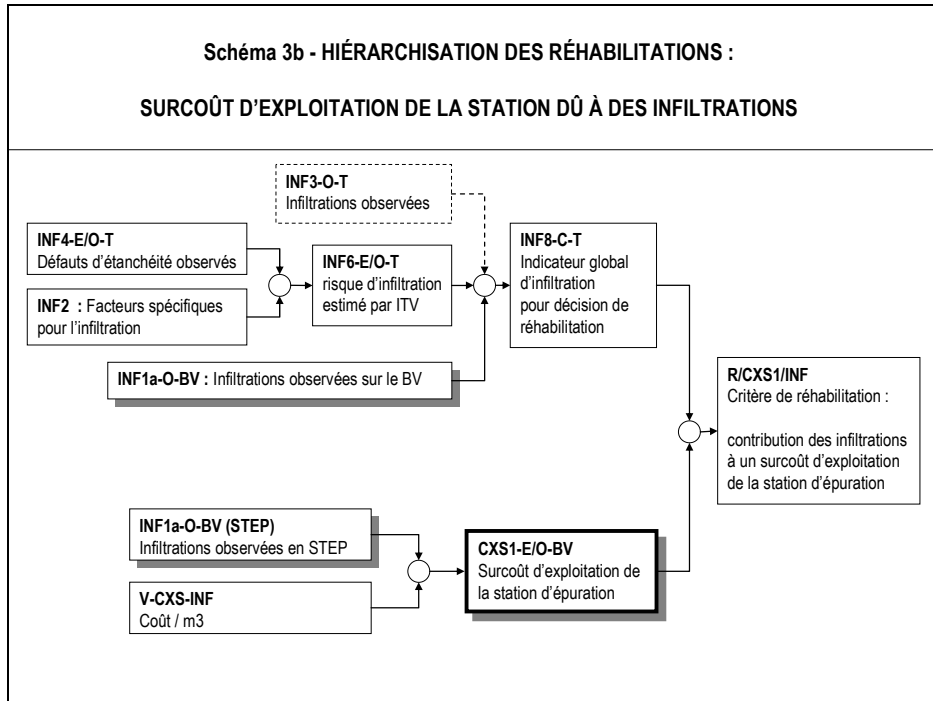
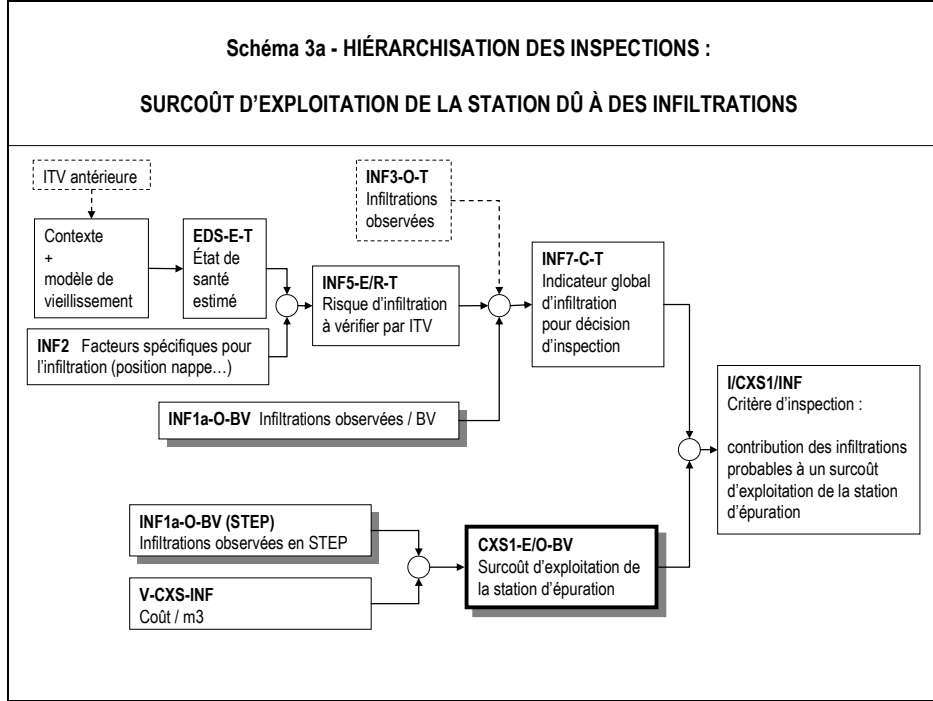
du BV, voire du réseau, et de l'observation de défauts d'étanchéité à l'échelle du tronçon pour conclure à une contribution de ce tronçon au problème global.

Les schémas et tableaux proposés ci-après présentent la mise en œuvre des principes que nous venons d'exposer.

Légende des schémas : L'évaluation est réalisée de la gauche vers la droite ; les cadres avec ombrage signalent les indicateurs évalués à l'échelle d'un bassin versant ou d'un secteur ; les cadres en **gras** signalent les **indicateurs d'impact**, ou le critère lui-même, lorsqu'il correspond à l'évaluation de l'impact étudié.







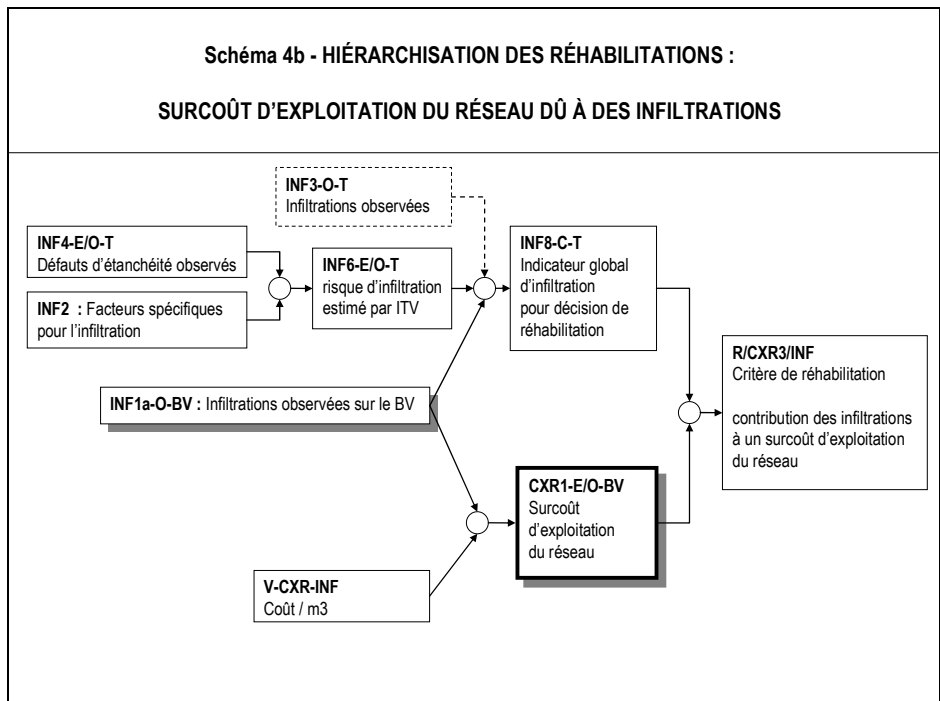
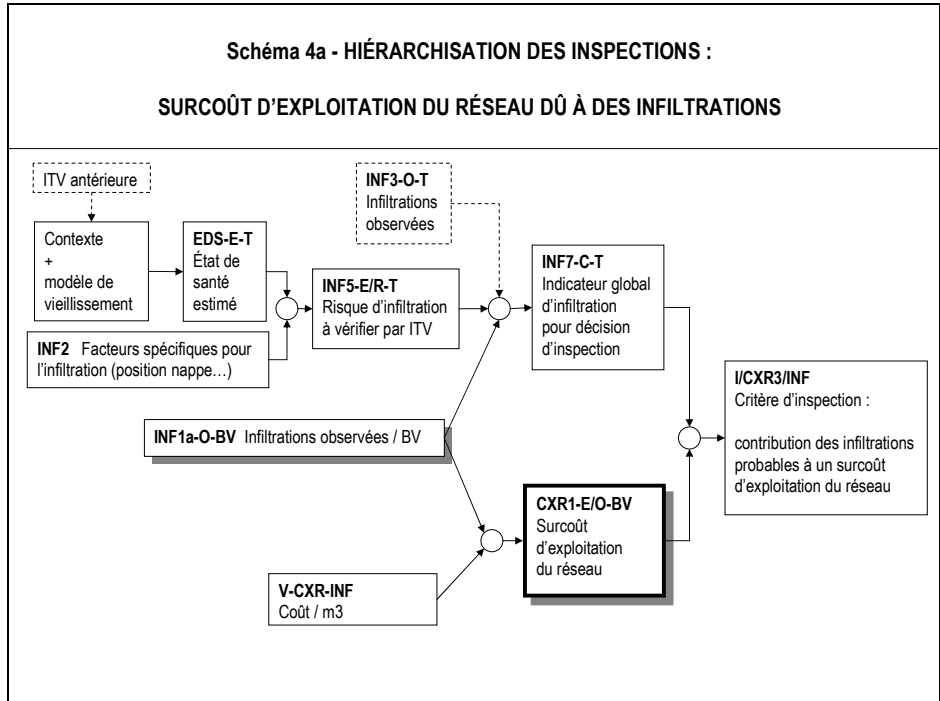


Tableau 29 : liste des indicateurs et critères relatifs à l'infiltration

État de santé du tronçon estimé par modèle de vieillissement	► EDS-E-T
Surcharge de la STEP	► INF1a-O-BV (STEP)
Taux d'infiltration moyen annuel	► INF1a-O-BV
Taux d'infiltration maximum mensuel	► INF1m-O-BV
Taux d'infiltration maximum journalier	► INF1j-O-BV
Facteurs de risque d'infiltration	► INF2
Taux d'infiltration constaté sur le tronçon	► INF3-O-T
Défaut d'étanchéité pour infiltration, estimé par inspection TV	► INF4-E/O-T
Risque d'infiltration à vérifier par ITV	INF5-E/R-T
Risque d'infiltration estimé par ITV	INF6-C-T
Indicateur global d'infiltration pour décision de d'inspection	INF7-C-T
Indicateur global d'infiltration pour décision de réhabilitation	INF8-C-T
Fréquence de déversements anormaux observés sans pluie significative	► DEV4-TS-O-BV
Vulnérabilité du milieu récepteur (eaux de surface)	► V-ES-POL
Pollution des eaux de surface par déversements de temps sec dus à des infiltrations	POL3b-DEV-TS-E/O-BV
Inspection pour infiltrations contribuant à des déversements de temps sec polluant les eaux de surface	I/POL2/DEV-TS/INF
Réhabilitation pour infiltrations contribuant à des déversements de temps sec polluant les eaux de surface	R/POL2/DEV-TS/INF
Taux de dépassement de l'autorisation de rejet d'une station d'épuration	► POL2b-INF-STEP-O-BV
Sensibilité de la station d'épuration aux eaux parasites	► V-STEP-INF
Vulnérabilité du milieu récepteur de la STEP	► V-ES-POL (STEP)
Dégradation des performances de la STEP par les EPI préjudiciable au milieu récepteur	POL1-INF-C-BV
Inspection pour infiltrations contribuant à une réduction d'efficacité de la STEP préjudiciable au milieu récepteur	I/POL1/STEP/INF
Réhabilitation pour infiltrations contribuant à une réduction d'efficacité de la STEP préjudiciable au milieu récepteur	R/POL1/STEP/INF
Vulnérabilité de la STEP [coût / m3]	► V-CXS-INF
Surcoût d'exploitation de station d'épuration attribuable à des apports d'eaux parasites d'infiltration	CXS1-E/O-BV
Inspection pour infiltrations contribuant à un surcoût en STEP	I/CXS1/INF
Réhabilitation pour infiltrations contribuant à un surcoût en STEP	R/CXS1/INF
Vulnérabilité du BV = Facteurs de coût / BV	► V-CXR-INF
Surcoût d'exploitation du réseau dû aux EPI	CXR1-E/O-BV
Inspection pour infiltrations contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau	I/CXR3/INF
Réhabilitation pour infiltrations contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau	R/CXR3/INF
Facteurs de coûts en cas de nécessité de remplacement de la conduite	► V-CDV
Autres facteurs de déstabilisation du complexe sol-conduite (voir le tableau DSC)	autres facteurs
Inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite	I/CDV1/DSC
Réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite	R/CDV1/DSC

6.2 LE DYSFONCTIONNEMENT *EXFILTRATION* (EXF)

Le dysfonctionnement "exfiltration" résulte de la conjonction d'un défaut d'étanchéité et d'un niveau d'eau à l'extérieur de la canalisation inférieur au niveau d'eau à l'intérieur. Son intensité peut varier au cours du temps, y compris à l'échelle de la journée.

Il est en général difficile à évaluer à partir de mesures de débit à l'aval d'un bassin versant, car les pertes éventuelles ne représentent qu'une fraction du débit d'eaux usées, et les pertes sur un tronçon peuvent être compensées par des infiltrations sur d'autres tronçons. Dans certains cas particuliers, correspondant à la présence de défauts majeurs de structure, des pertes pourront cependant être détectées entre un point amont et un point aval.

A l'échelle du tronçon, l'observation directe d'exfiltrations à partir d'ITV est également impossible dans les cas courants. Et même si des taux modestes d'exfiltrations peuvent être quantifiés à cette échelle par des techniques de traçage, celles-ci sont très lourdes à mettre en œuvre et relèvent d'investigations détaillées post-ITV, si l'impact d'exfiltrations éventuelles le justifie.

On appréhendera donc le plus souvent l'exfiltration en termes de risques, à partir des défauts d'étanchéité et de la position de la nappe.

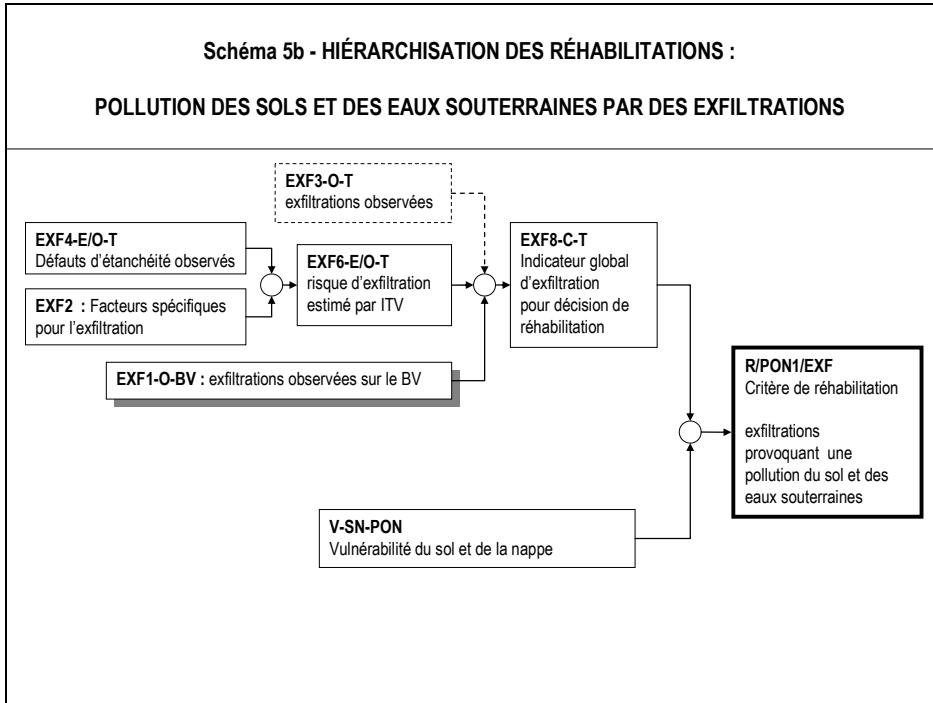
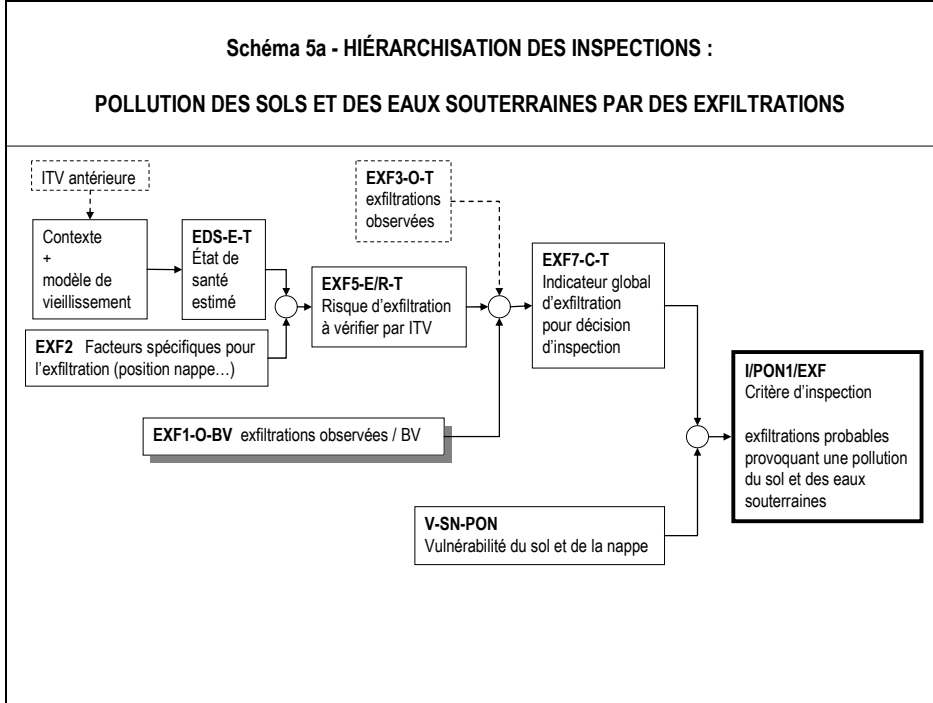
Les impacts pris en compte pour ce dysfonctionnement sont essentiellement la pollution des sols et des eaux souterraines, et dans une moindre mesure les dommages au bâti par infiltration dans les caves. On n'a pas pris en compte un éventuel impact du type déstabilisation du complexe sol-conduite par dissolution d'un encaissant sensible à l'eau.

La pollution des eaux souterraines et des sols n'est pas facilement observable directement, et on estimera cet impact en croisant le dysfonctionnement (exfiltration) et la vulnérabilité des nappes ou des sols.

Les dommages au bâti sont observables et constituent d'ailleurs un objet de plainte assez classique. On se limitera donc à l'impact observé, et celui-ci pourra déclencher des ITV, voire des réhabilitations, même si les apports d'eau via la tranchée peuvent avoir bien d'autres origines que les exfiltrations d'eaux usées...

Les schémas et tableaux proposés ci-après présentent la mise en œuvre des principes que nous venons d'exposer.

Légende des schémas : L'évaluation est réalisée de la gauche vers la droite ; les cadres avec **ombrage** signalent les indicateurs évalués à l'échelle d'un **bassin versant** ou d'un secteur ; les cadres en **gras** signalent les **indicateurs d'impact**, ou le critère lui-même, lorsqu'il correspond à l'évaluation de l'impact étudié.



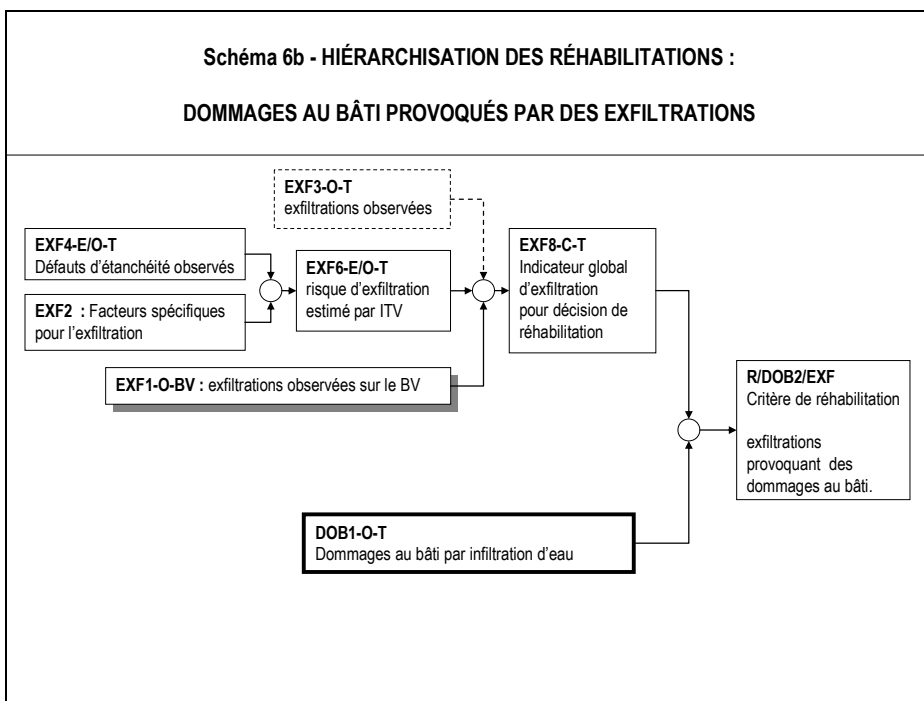
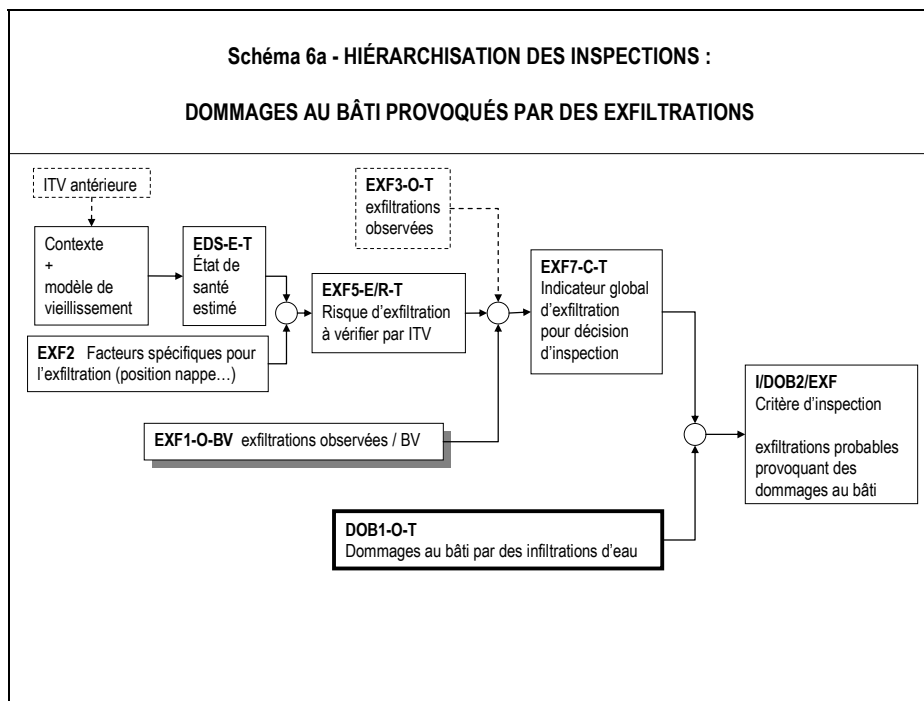


Tableau 31 : liste des indicateurs et des critères relatifs à l'exfiltration

État de santé du tronçon estimé par modèle de vieillissement	► EDS-E-T
Taux d'exfiltration moyen annuel	► EXF1-O-BV
Facteurs de risque d'exfiltration	► EXF2
Taux d'exfiltration constaté sur le tronçon	► EXF3-O-T
Défauts d'étanchéité constatés	► EXF4-E/O-T
Risque d'exfiltration à vérifier par ITV	EXF5-E/R-T
Risque d'exfiltration estimé par ITV	EXF6-E/O-T
Indicateur global d'exfiltration pour décision d'inspection	EXF7-C-T
Indicateur global d'exfiltration pour décision de réhabilitation	EXF8-C-T
Vulnérabilité du milieu récepteur (sols et eaux souterraines)	► V-SN-PON
Inspection/ exfiltrations préjudiciables à la qualité des eaux souterraines et des sols	I/PON1/EXF
Réha. / exfiltrations préjudiciables à la qualité des eaux souterraines et des sols	R/PON1/EXF
Domage au bâti par exfiltration	► DOB1-O-T
Inspection pour risque de dommage au bâti par exfiltration	I/DOB2/EXF
Réhabilitation pour cause de dommage au bâti par exfiltration	R/DOB2/EXF

Tableau 32 : relations entre indicateurs et critères relatifs à l'exfiltration

► EDS-E-T	X								
► EXF1-O-BV			x	x					
► EXF2	X	X							
► EXF3-O-T			x	x					
► EXF4-E/O-T		X							
EXF5-E/R-T	Y		X						
EXF6-E/O-T		Y		X					
EXF7-C-T			Y		X		X		
EXF8-C-T				Y		X		X	
► V-SN-PON					X	X			
I/PON1/EXF							C		
R/PON1/EXF						C			
► DOB1-O-T								X	X
I/DOB2/EXF									C
R/DOB2/EXF								C	

Légende : Le signe ► indique les indicateurs à fournir en entrées ; les codes des critères sont encadrés en gras ; chaque colonne du tableau correspond au calcul d'un indicateur composite (repéré par le symbole Y) ou d'un critère (symbole C) à partir de plusieurs indicateurs (repérés par les symboles X).

6.3 LE DYSFONCTIONNEMENT *RÉDUCTION DE LA CAPACITÉ HYDRAULIQUE* (HYD)

Une réduction de capacité hydraulique par rapport à un collecteur en bon état est susceptible de provoquer des déversements et/ou des débordements à l'amont. En première approximation, on considère que les principaux impacts de ce type de dysfonctionnement sont des déversements et débordements de temps de pluie.

La réduction de capacité hydraulique (actuelle ou potentielle) peut avoir différentes causes, permanentes ou temporaires, mais toutes liées à des défauts de structure. Ainsi la présence de racines, de branchements pénétrants, les déboîtements favorisant l'accumulation de déchets... sont-ils des facteurs de réduction de la capacité hydraulique. L'ensablement aurait pu être inclus dans ces facteurs, mais on a préféré le traiter comme un dysfonctionnement à part entière, compte tenu de sa relation étroite avec une politique de curage, elle-même composante importante de l'activité d'un service d'assainissement. De même le bouchage est traité comme dysfonctionnement en tant que tel, du fait de son caractère « accidentel », et d'analogies avec l'ensablement. Le risque d'effondrement est traité en tant que dysfonctionnement sous ses aspects mécaniques. Ses aspects hydrauliques relèvent de la réduction de la capacité hydraulique, à l'exception des risques de bouchage.

Les critères d'inspection et de réhabilitation sont obtenus en croisant la limitation de capacité hydraulique, estimée par les ITV ou par les facteurs de risques, et renforcée par l'observation de mises en charge pouvant être attribuées au tronçon suspect, avec des indicateurs d'impact des débordements et des déversements, pouvant eux aussi être attribuées au tronçon suspect.

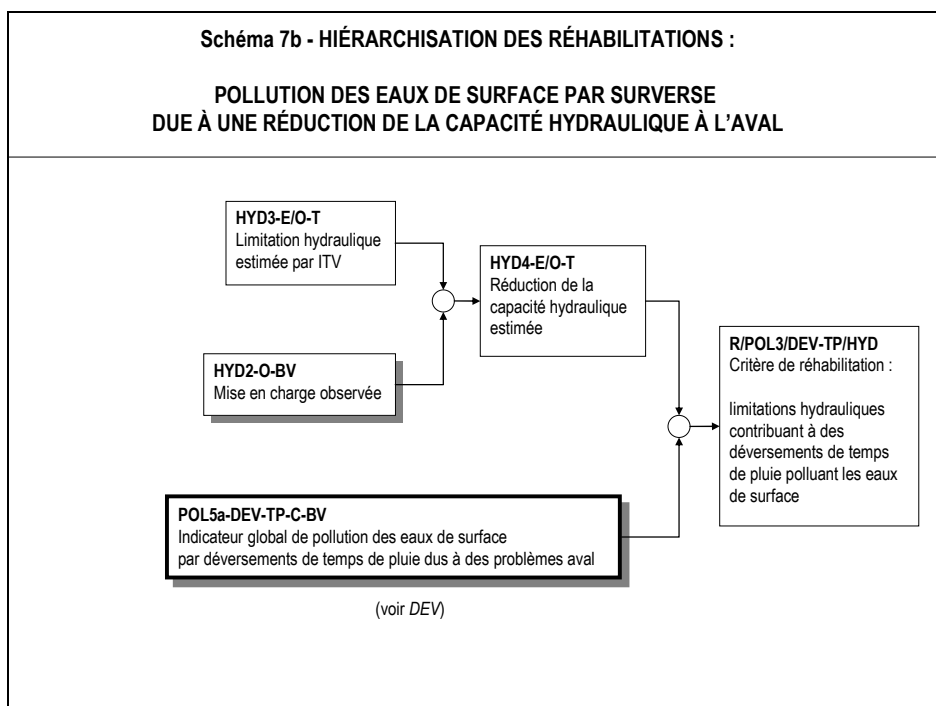
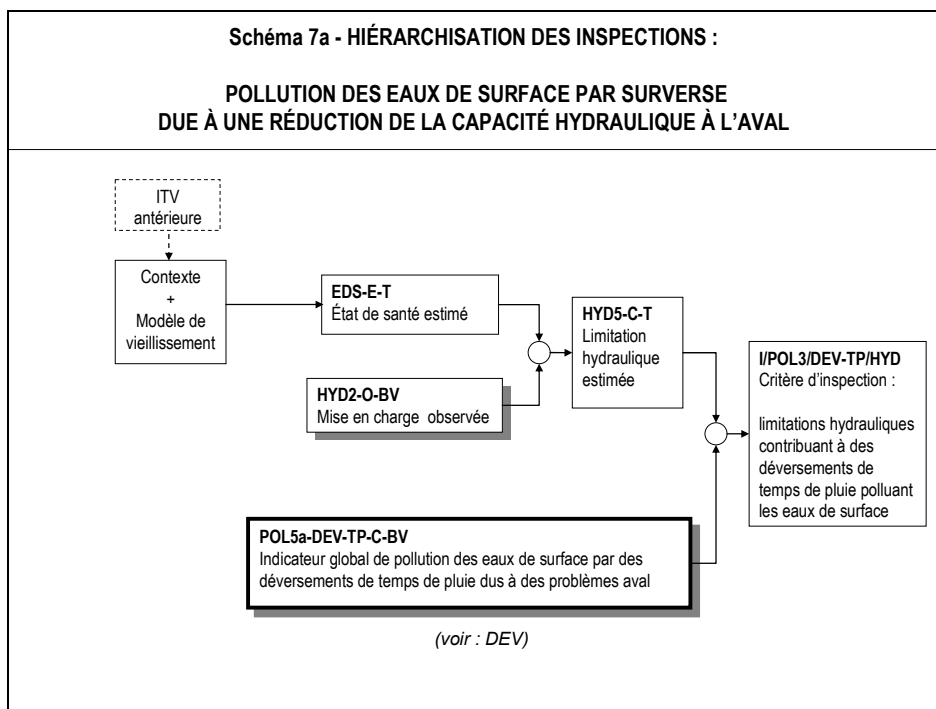
Pour cela on utilise la notion de **zone d'influence**, permettant d'affecter à un débordement, à un déversement ou à une mise en charge, observés ou estimés, un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant ces dysfonctionnements. Pour que des tronçons fassent l'objet d'investigations ou de réhabilitations sur des critères relatifs à l'impact de débordements ou de déversements, il faut donc :

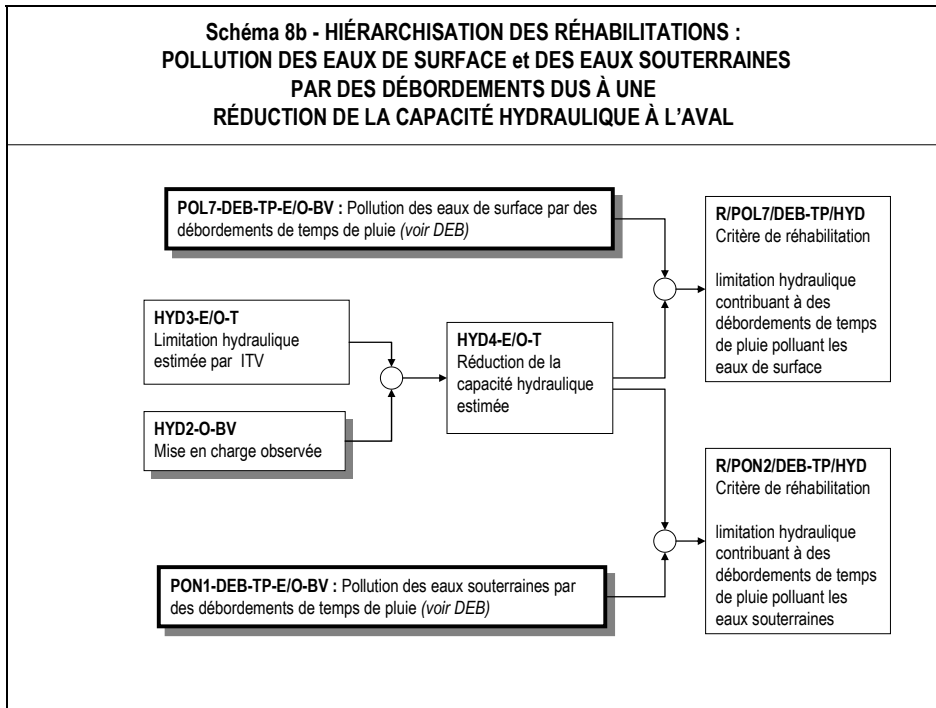
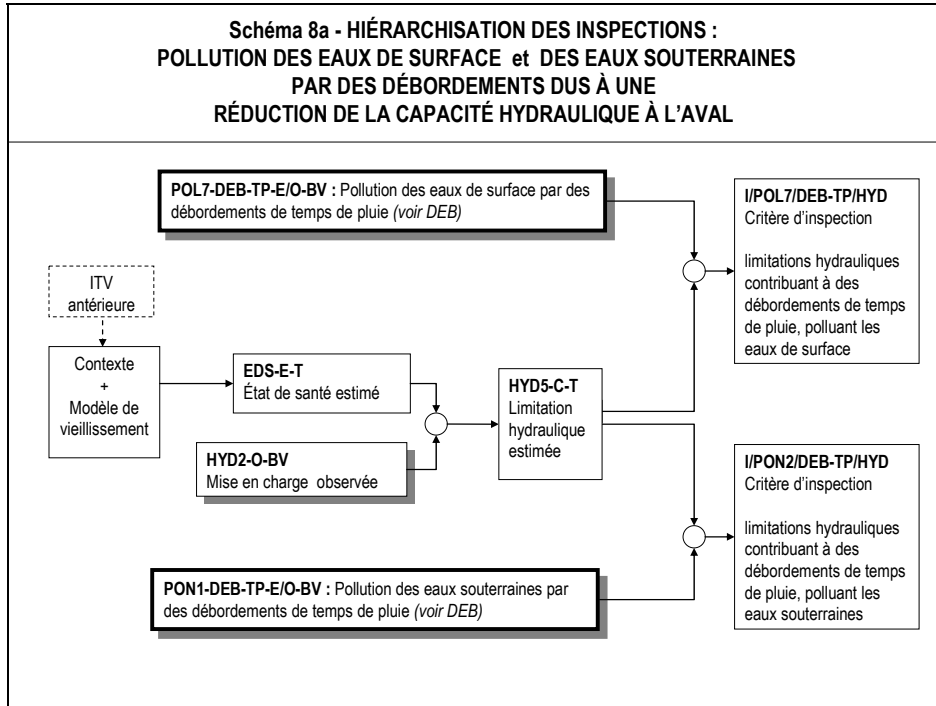
1. qu'ils se situent dans la zone d'influence des dysfonctionnements concernés ;
2. qu'ils présentent eux-mêmes des dysfonctionnements avérés ou potentiels, qui, par leur nature (réduction de la capacité hydraulique, ensablement, bouchage, effondrement), peuvent être à l'origine des dysfonctionnements.

On trouvera en Annexe 5 quelques orientations sur les méthodes utilisables pour délimiter ces zones d'influence.

Les schémas et tableaux proposés ci-après présentent la mise en œuvre des principes que nous venons d'exposer.

Légende des schémas : L'évaluation est réalisée de la gauche vers la droite ; les cadres avec ombrage signalent les indicateurs évalués à l'échelle d'un bassin versant ou d'un secteur ; les cadres en **gras** signalent les **indicateurs d'impact**, ou le critère lui-même, lorsqu'il correspond à l'évaluation de l'impact étudié.





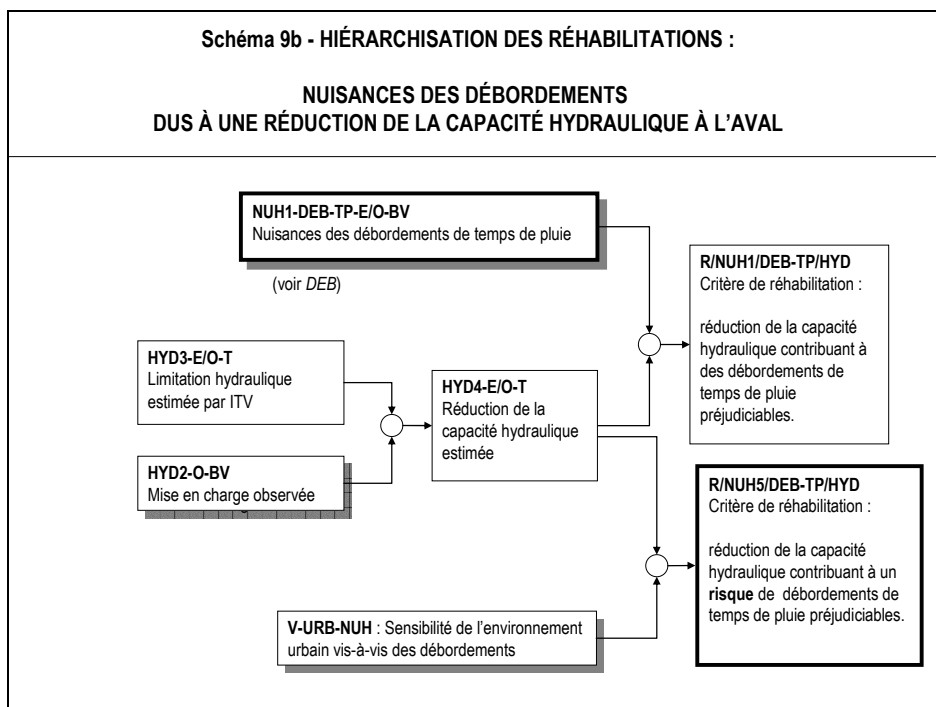
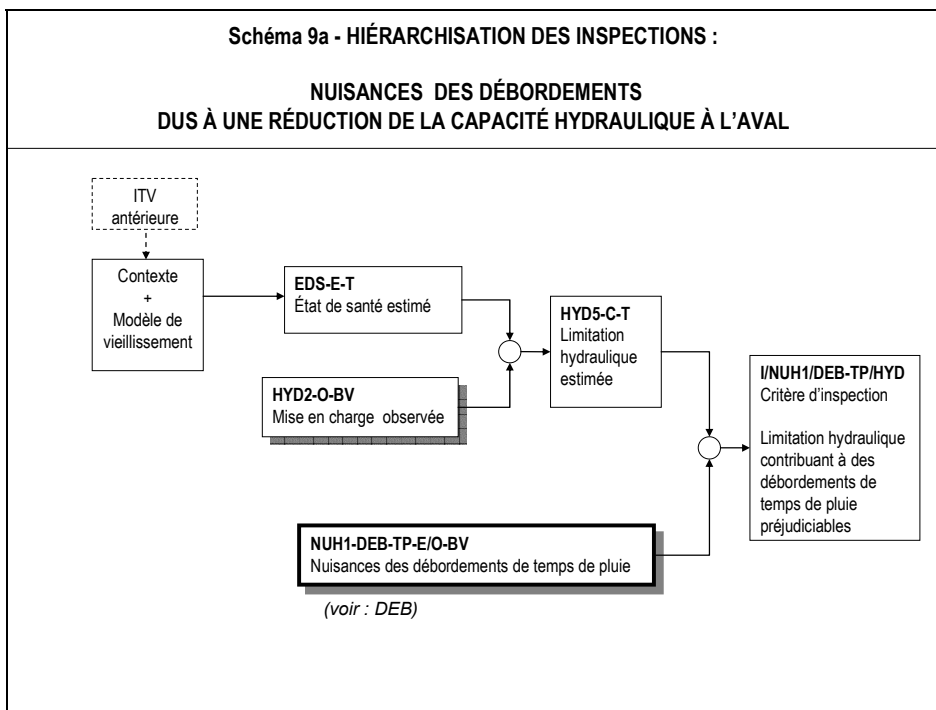


Tableau 33 : indicateurs et critères relatifs à une réduction de la capacité hydraulique

État de santé du tronçon estimé par modèle de vieillissement	► EDS-E-T
Mise en charge observée (en amont)	► HYD2-O-BV
Réduction de la capacité hydraulique estimée par ITV	► HYD3-E/O-T
Réduction de la capacité hydraulique estimée par ITV, présumée contribuer à des dysfonctionnements amont	HYD4-C-T
Réduction de la capacité hydraulique, à vérifier par investigation	HYD5-C-T
Vulnérabilité du milieu récepteur (eaux de surface)	► V-ES-POL
Fréquence de déversements anormaux observés avec pluie significative	► DEV5-TP-O-BV
Taux de dépassement de l'autorisation de rejet d'un déversoir	► POL2-DEV-E-BV
Impact estimé des déversements de temps de pluie	POL4-DEV-TP-E/O-BV
Indicateur global de pollution des eaux de surface par déversements de temps de pluie dus à des problèmes aval	POL5a-DEV-TP-E/O-BV
Inspection des limitations hydrauliques contribuant à des déversements de temps de pluie polluant les eaux de surface	I/POL3/DEVTP/HYD
Réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des déversements de temps de pluie polluant les eaux de surface	R/POL3/DEVTP/HYD
Fréquence de débordements observés lors de pluies significatives	► DEB5-TP-O-BV
Pollution des eaux de surface par débordements de temps de pluie	POL7-DEB-TP-E/O-BV
Inspection des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux de surface	I/POL7/DEBTP/HYD
Réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux de surface	R/POL7/DEBTP/HYD
Vulnérabilité du sol et des eaux souterraines	► V-SN-PON
Pollution des eaux souterraines par débordements de temps de pluie	PON1-DEB-TP-E/O-BV
Inspection des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux souterraines	I/PON2/DEBTP/HYD
Réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux souterraines	R/PON2/DEBTP/HYD
Sensibilité de l'environnement urbain / débordements	► V-URB-NUH
Nuisance des débordements de temps de pluie	NUH1-DEB-TP-E/O-BV
Inspection des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie préjudiciables	I/NUH1/DEBTP/HYD
Réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie préjudiciables	R/NUH1/DEBTP/HYD

6.4 LE DYSFONCTIONNEMENT DÉBORDEMENT (DEB)

Les débordements correspondent à des sorties d'effluent hors du réseau par des voies non prévues à cet effet : ils peuvent se produire via les regards, les avaloirs, voire les branchements, même si les riverains sont censés se protéger contre les mises en charge du réseau.

Comme pour les déversements (cf. 6.5), seuls sont considérés comme anormaux les débordements se produisant en temps sec, ou lors de pluies inférieures aux hypothèses de dimensionnement. Ils diffèrent néanmoins des déversements par plusieurs caractéristiques :

- la seule présence d'un risque est à prendre en compte, même s'il n'a jamais été confirmé par des observations ;
- l'observation des débordements est moins aisée que celle des déversements : les sites ne sont pas définis à l'avance avec précision, et les événements sont heureusement plus rares. Une des sources d'observation correspond aux plaintes, mais celles-ci nécessitent un diagnostic pour être validées. Par exemple les « inondations » dues à des problèmes d'engouffrement ne sont pas considérées comme des débordements ;
- l'évaluation des impacts est basée sur une estimation, croisant dysfonctionnement et vulnérabilité. On n'a pas pris en compte d'impacts observés, bien que les plaintes puissent éventuellement être considérées comme telles. En effet elles intègrent une composante de vulnérabilité, si l'on considère que la réaction des abonnés est en relation avec la gêne ressentie...

Comme le déversement, le débordement n'est pas un dysfonctionnement qui justifie par lui-même la mise en oeuvre d'un programme d'inspection ou de réhabilitation des canalisations. Il est causé par d'autres dysfonctionnements (réduction de la capacité hydraulique, ensablement, bouchage) et c'est la présence de ces derniers, combinée à l'impact des débordements éventuellement observés ou risqués, qui conduira selon une démarche descendante (causes-effets) à des notes élevées sur les critères d'ITV et de réhabilitation. Il n'y a donc pas de critères d'investigation ou de réhabilitation construits à partir des débordements, mais uniquement des **indicateurs d'impact**.

La distinction entre temps sec et temps de pluie permet essentiellement de distinguer l'impact des différentes causes, dans une démarche de type ascendant (effets-causes) : la réduction de capacité hydraulique est supposée n'avoir d'impact qu'en temps de pluie, alors que le bouchage ou l'ensablement peuvent poser des problèmes même en temps sec.

Le dysfonctionnement débordement est affecté à un **secteur**, situé à l'aval du tronçon où sont localisés les débordements, et dans lequel est susceptible de se trouver l'origine de ces débordements (réduction de la capacité hydraulique, bouchage, ensablement, effondrement). La définition de ce secteur se fait selon les principes exposés dans l'Annexe 5, par propagation vers l'aval d'une ligne d'eau.

Les risques de débordement sont quant à eux estimés par propagation vers l'amont de lignes d'eau, selon les méthodes également exposées en Annexe 5.

Ces risques sont étudiés à partir du constat (ou de la présomption) d'un dysfonctionnement source : une *réduction de la capacité hydraulique* voire le *bouchage* d'un tronçon. Nous avons donc choisi de présenter les indicateurs évaluant ces risques aux titres 6.3 et 6.7, relatifs à ces deux dysfonctionnements.

Les schémas et tableaux proposés ci-après présentent la mise en œuvre des principes que nous venons d'exposer.

Légende des schémas : L'évaluation est réalisée de la gauche vers la droite ; les cadres avec **ombrage** signalent les indicateurs évalués à l'échelle d'un **bassin versant** ou d'un secteur ; les cadres en **gras** signalent les **indicateurs d'impact**, ou le critère lui-même, lorsqu'il correspond à l'évaluation de l'impact étudié.

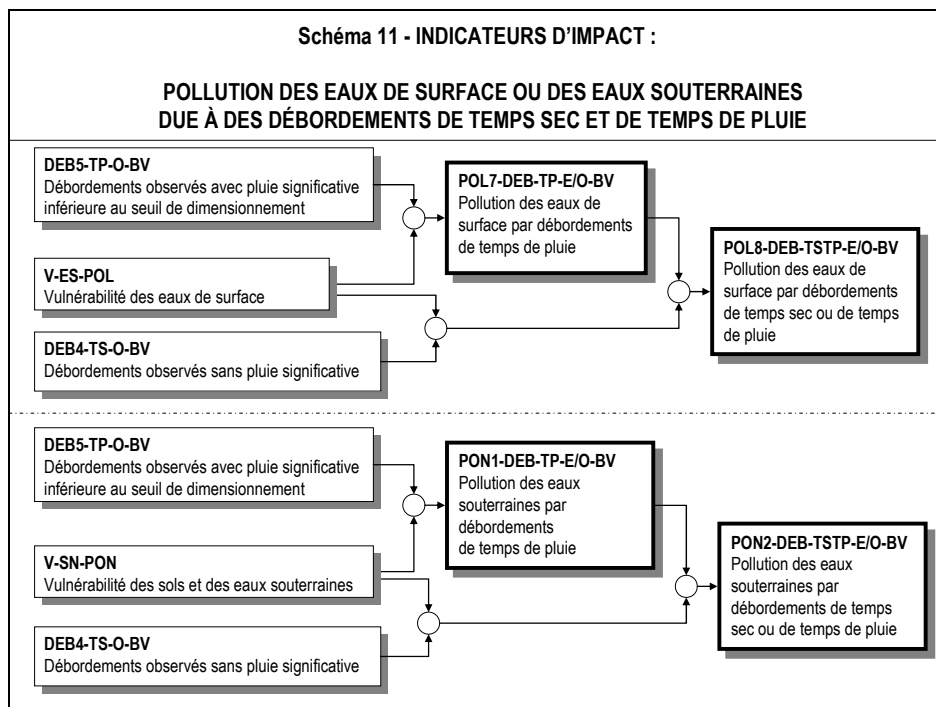
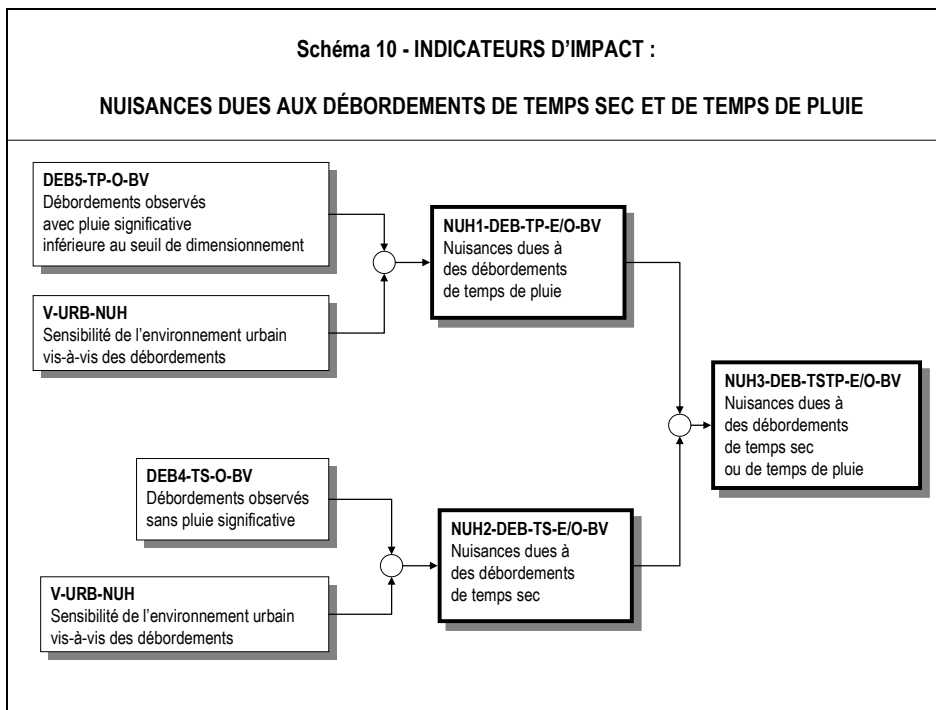


Tableau 35 : liste des indicateurs relatifs aux débordements

Fréquence de débordements observés sans pluies significatives	► DEB4-TS-O-BV
Fréquence de débordements observés lors de pluies significatives	► DEB5-TP-O-BV
Sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des débordements	► V-URB-NUH
Nuisances des débordements de temps de pluie	NUH1-DEB-TP-E/O-BV
Nuisances des débordements de temps sec	NUH2-DEB-TS-E/O-BV
Nuisances des débordements de temps sec ou de temps de pluie	NUH3-DEB-TSTP-E/O-BV
Vulnérabilité des eaux de surface	► V-ES-POL
Pollution des eaux de surface par débordements de temps de pluie	POL7-DEB-TP-E/O-BV
Pollution des eaux de surface par débordements de temps sec ou de temps de pluie	POL8-DEB-TSTP-E/O-BV
Vulnérabilité du sol et des eaux souterraines	► V-SN-PON
Pollution des eaux souterraines par débordements de temps de pluie	PON1-DEB-TP-E/O-BV
Pollution des eaux souterraines par débordements de temps sec ou de temps de pluie	PON2-DEB-TSTP-E/O-BV

Tableau 36 : relations entre indicateurs relatifs aux débordements

► DEB4-TS-O-BV		X			X	X
► DEB5-TP-O-BV	X			X	X	
► V-URB-NUH	X	X				
NUH1-DEB-TP-E/O-BV	Y		X			
NUH2-DEB-TS-E/O-BV		Y	X			
NUH3-DEB-TSTP-E/O-BV			Y			
► V-ES-POL				X	X	
POL7-DEB-TP-E/O-BV				Y	X	
POL8-DEB-TSTP-E/O-BV					Y	
► V-SN-PON						X X
PON1-DEB-TP-E/O-BV						Y X
PON2-DEB-TSTP-E/O-BV						Y

Légende : Le signe ► indique les indicateurs à fournir en entrées ; les codes des critères sont encadrés en gras ; chaque colonne du tableau correspond au calcul d'un indicateur composite (repéré par le symbole Y) ou d'un critère (symbole C) à partir de plusieurs indicateurs (repérés par les symboles X).

6.5 LE DYSFONCTIONNEMENT DÉVERSEMENT (DEV)

Un déversement est une sortie d'effluents hors du réseau par un ouvrage aménagé à cet effet (déversoir d'orage, trop-plein de poste de relèvement...). Il est normal lorsqu'il se produit sur un déversoir d'orage, en réseau unitaire, pour un événement pluvieux supérieur aux conditions de référence définies pour le dimensionnement. Il est anormal dans tous les autres cas, et en particulier en temps sec. On définit donc globalement ou pour chaque ouvrage des conditions pluviométriques de référence, en deçà desquelles un déversement sera anormal. Pour un réseau séparatif eaux usées, le seuil de pluie de référence est égal à 0 : tout déversement est anormal.

Le cas des surverses de poste de relèvement est un peu particulier : seuls sont à prendre en compte, pour un programme d'investigations et de réhabilitations, les déversements qui seraient dus à des apports anormaux d'eaux parasites d'infiltrations. Pour ce faire il suffit de ne définir pour ce type de surverse que l'indicateur d'impact *POL3 - Impact estimé des déversements de temps sec*.

Les indicateurs relatifs aux déversements sont analogues à ceux relatifs aux débordements, avec deux différences :

- on ne prend en compte que les déversements observés, pas ceux qui pourraient le cas échéant se produire ; l'hypothèse sous-jacente à cette option est que l'acceptabilité des débordements est moindre que celle des déversements, et que l'on peut faire abstraction pour ces derniers de risques qui ne peuvent être ignorés pour les premiers. Par ailleurs on suppose que l'on dispose d'un système d'observation des déversements efficace (autosurveillance), mais il peut être limité à une quantification des fréquences, accompagnée d'une mesure de la pluie. À défaut de système de surveillance permanent, des résultats de modélisation hydraulique peuvent être utilisés ;
- l'estimation de l'impact intègre deux composantes. L'une est un classique croisement entre aléa et vulnérabilité. L'autre est un critère réglementaire, supposé prendre en compte la vulnérabilité. Comme on distingue les impacts en temps sec et en temps de pluie, et que l'on a supposé que le critère réglementaire ne rentrait pas à ce niveau de détail, il est ici pris comme un élément renforçant un impact déjà estimé comme non négligeable à partir des observations de déversement. Cet élément n'est pris en compte que pour les déversements de temps de pluie, et les déversements « tous temps ». Pour les déversements de temps sec (attribués aux infiltrations), la définition des indicateurs d'impact devra le cas échéant être modifiée, pour tenir compte de formulations particulières des critères réglementaires.

Le déversement anormal n'est pas un dysfonctionnement qui justifie par lui-même la mise en œuvre d'un programme d'inspection ou de réhabilitation des canalisations. Il est causé par d'autres dysfonctionnements (infiltration, réduction de la capacité hydraulique, ensablement, bouchage) et c'est la présence de ces derniers, combinée à l'impact des déversements éventuellement observés, qui conduira, selon une démarche

descendante (causes-effets), à des notes élevées sur les critères d'investigation et de réhabilitation.

Il n'y a donc pas de critères d'investigation ou de réhabilitation construits à partir des déversements, mais uniquement des **indicateurs d'impacts**.

Pour les impacts on distingue ceux des déversements de temps sec, attribués aux infiltrations, et des déversements de temps de pluie, attribués à des problèmes hydrauliques et/ou aggravés par des ensablements amont. Enfin l'impact de tous les déversements (temps sec et temps de pluie) est mis en relation avec la présence d'ensablements ou de bouchages à l'aval d'un déversoir d'orage.

La distinction temps sec / temps de pluie permet également d'affiner l'évaluation des impacts en fonction du contexte (les rejets de temps sec sont supposés comme plus dommageables à fréquence égale).

Le dysfonctionnement déversement est affecté à un **secteur** (secteur d'influence), situé à l'amont ou à l'aval du tronçon où sont localisés les débordements, et dans lequel est susceptible de se trouver l'origine de ces déversements. Pour les déversements de temps sec attribués aux infiltrations, ce secteur se confond avec le bassin versant défini par le point de déversement. Pour les déversements de temps de pluie, ou « tous temps », les causes sont les mêmes que pour les débordements (réduction de la capacité hydraulique, bouchage, ensablement, effondrement), et la définition du secteur d'influence se fait selon les principes exposés en Annexe 5, par propagation vers l'aval d'une ligne d'eau calée au niveau du seuil de déversement.

Les schémas et tableaux proposés ci-après présentent la mise en œuvre des principes que nous venons d'exposer.

Légende des schémas : L'évaluation est réalisée de la gauche vers la droite ; les cadres avec **ombrage** signalent les indicateurs évalués à l'échelle d'un **bassin versant** ou d'un secteur ; les cadres en **gras** signalent les **indicateurs d'impact**, ou le critère lui-même, lorsqu'il correspond à l'évaluation de l'impact étudié.

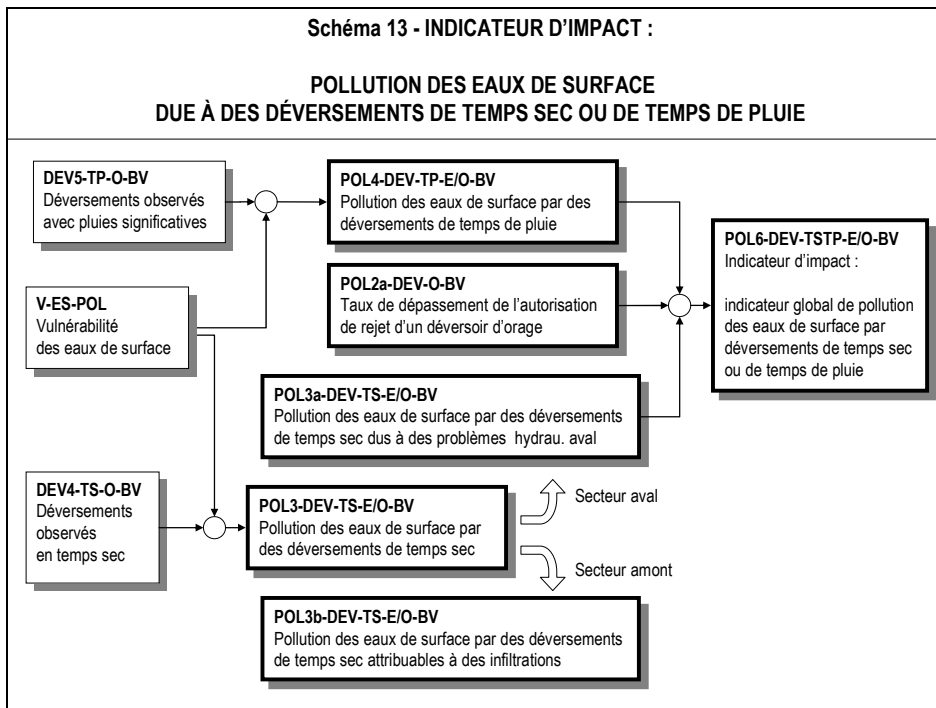
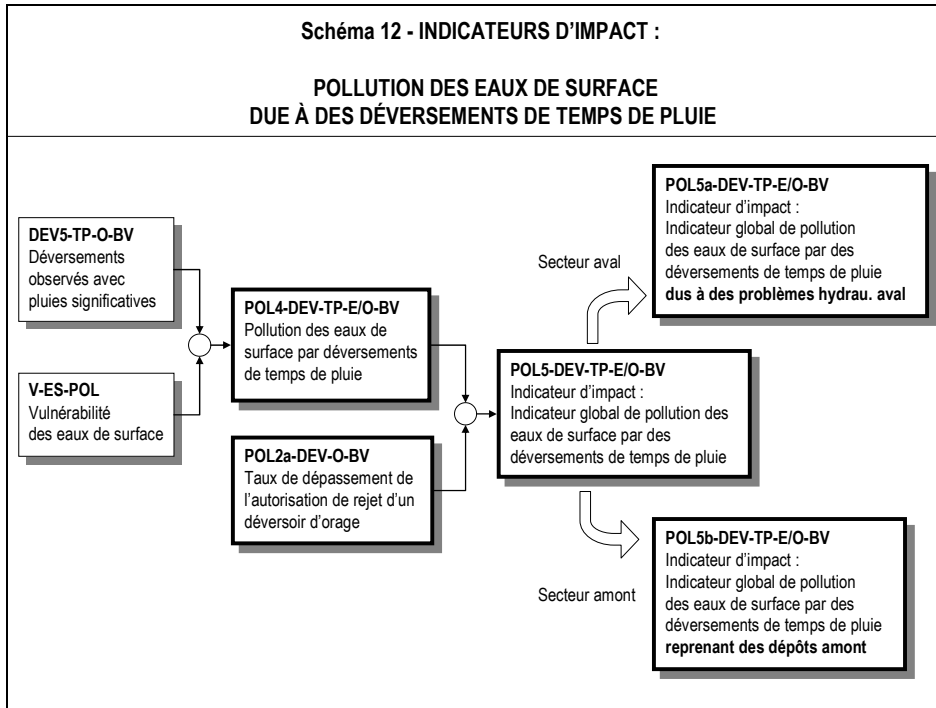


Tableau 37 : indicateurs relatifs aux déversements

Fréquence de déversements anormaux observés sans pluie significative	► DEV4-TS-O-BV
Fréquence de déversements anormaux observés avec pluies significatives	► DEV5-TP-O-BV
Vulnérabilité des eaux de surface	► V-ES-POL
Taux de dépassement de l'autorisation de rejet d'un déversoir d'orage	► POL2a-DEV-O-BV
Pollution des eaux de surface par des déversements de temps sec dus à des problèmes aval	POL3a-DEV-TS-E/O-BV
Pollution des eaux de surface par des déversements de temps sec attribuables à des infiltrations	POL3b-DEV-TS-E/O-BV
Pollution des eaux de surface par des déversements de temps de pluie	POL4-DEV-TP-E/O-BV
Indicateur global de pollution des eaux de surface par des déversements de temps de pluie dus à des problèmes aval	POL5a-DEV-TP-E/O-BV
Indicateur global de pollution des eaux de surface par des déversements de temps de pluie reprenant des dépôts amont	POL5b-DEV-TP-E/O-BV
Indicateur global de pollution des eaux de surface par des déversements de temps sec ou de temps de pluie	POL6-DEV-TSTP-E/O-BV

Tableau 38 : relations entre Indicateurs relatifs aux déversements

► DEV4-TS-O-BV	X			
► DEV5-TP-O-BV		X		
► V-ES-POL	X	X		
► POL2a-DEV-O-BV			X	X
POL3a-DEV-TS-E/O-BV	Y			X
POL3b-DEV-TS-E/O-BV	Y			
POL4-DEV-TP-E/O-BV		Y	X	X
POL5a-DEV-TP-E/O-BV			Y	
POL5b-DEV-TP-E/O-BV			Y	
POL6-DEV-TSTP-E/O-BV				Y

Légende : Le signe ► indique les indicateurs à fournir en entrées ; les codes des critères sont encadrés en gras ; chaque colonne du tableau correspond au calcul d'un indicateur composite (repéré par le symbole Y) ou d'un critère (symbole C) à partir de plusieurs indicateurs (repérés par les symboles X).

6.6 LE DYSFONCTIONNEMENT *ENSABLEMENT* (ENS)

Par sa nature, le dysfonctionnement « ensablement » s'apparente aux dysfonctionnements « réduction de capacité hydraulique » et « bouchage ». Mais à la différence du premier, il est observable directement (relevés d'ensablement aux regards), et par rapport au second il est plus progressif, et moins pathologique. À ce titre il fait l'objet d'actions systématiques (curage) permettant de le maintenir à un niveau acceptable.

L'étude de ce dysfonctionnement se concentre sur les observations directes possibles et sur les causes structurelles liées à l'état de santé des collecteurs.

Pour ce qui concerne les actions correctives, la possibilité de considérer le curage comme un procédé de réhabilitation a été évoquée, mais non formalisée dans le cadre du présent document. On suppose donc que les fréquences de curage sont des données d'entrées, permettant de définir des impacts économiques.

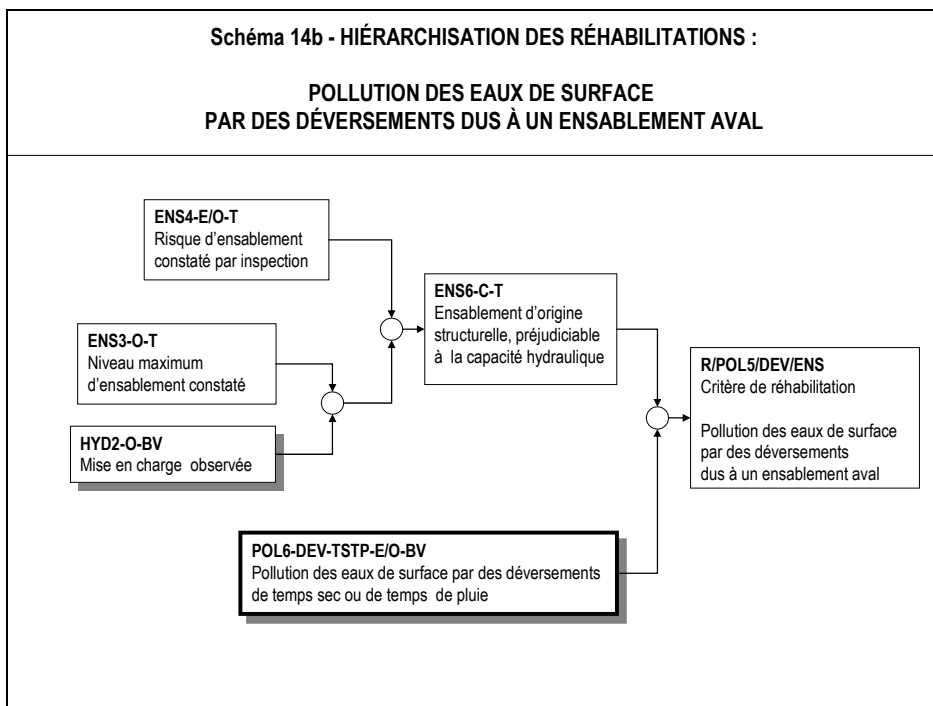
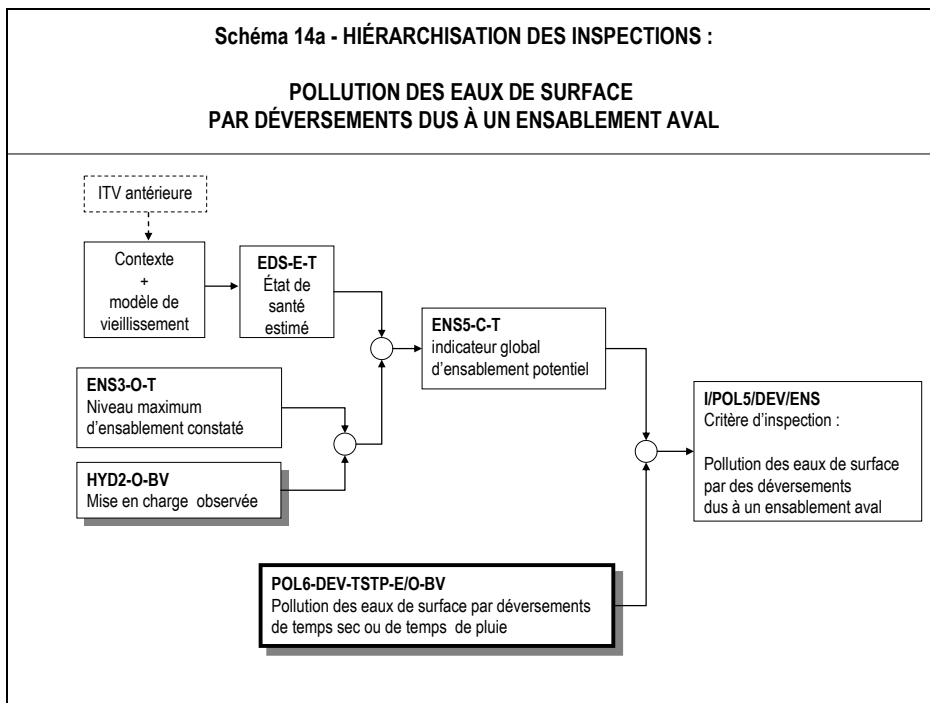
Les impacts des ensablements sont, comme pour la réduction de capacité hydraulique, des déversements et débordements de temps de pluie, mais aussi des débordements et déversements de temps sec.

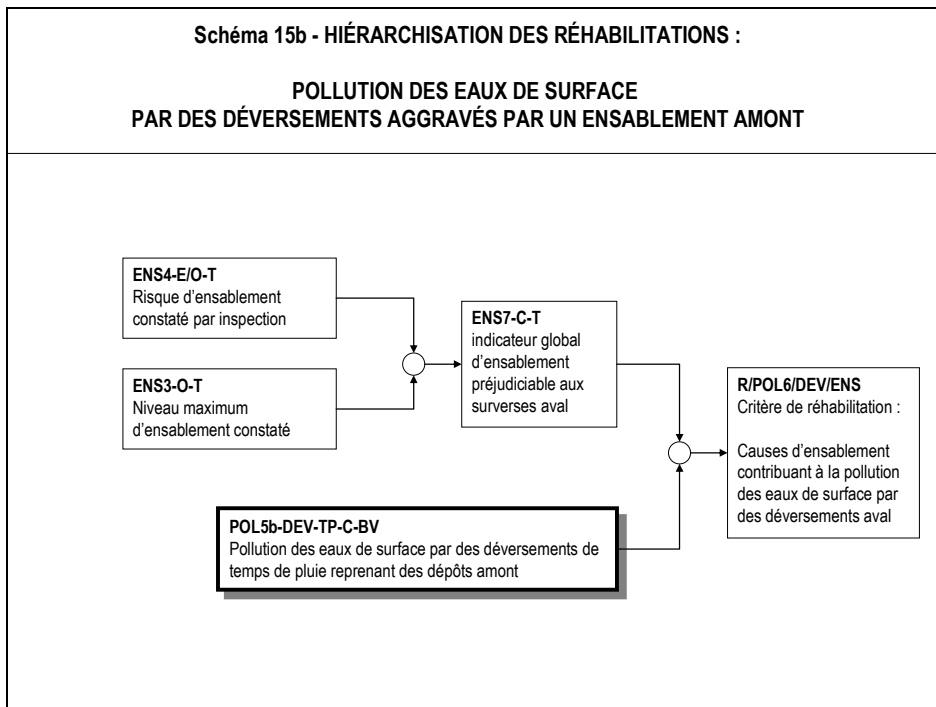
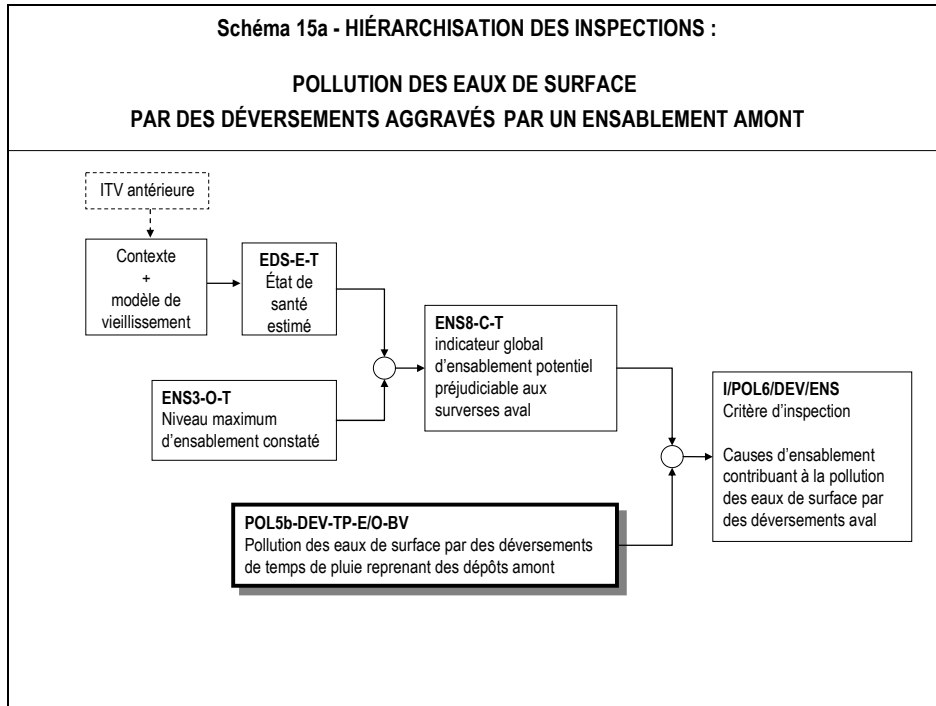
De plus, le déstockage de polluants par autocurage en temps de pluie est susceptible de se répercuter sur la qualité d'éventuelles surverses **aval**, qui seraient ainsi aggravées par la présence de zones d'ensablement à l'amont. Le problème est de définir une zone d'influence.

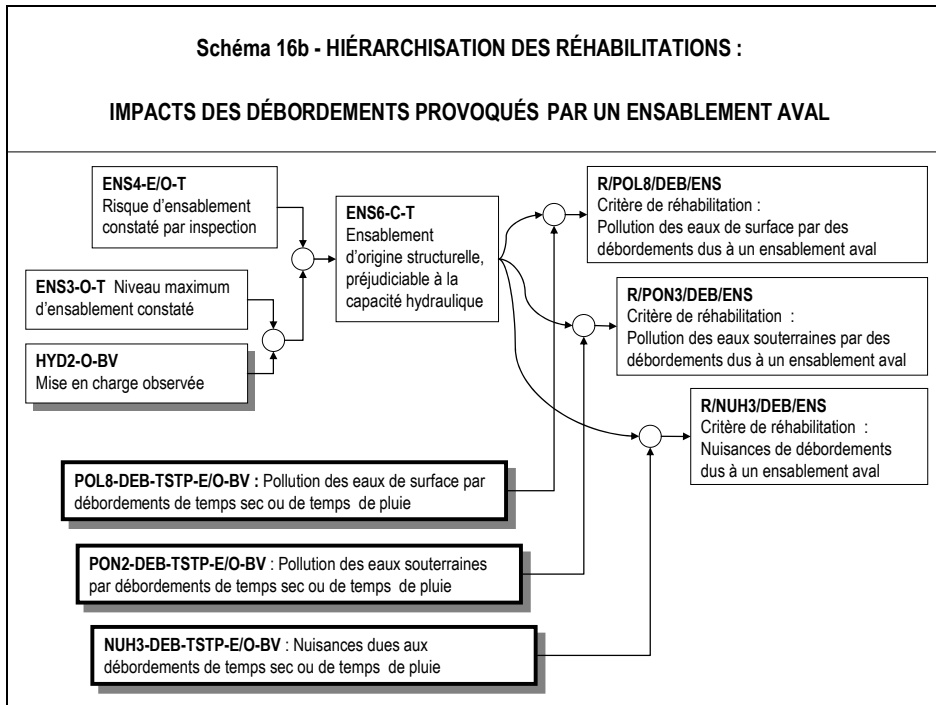
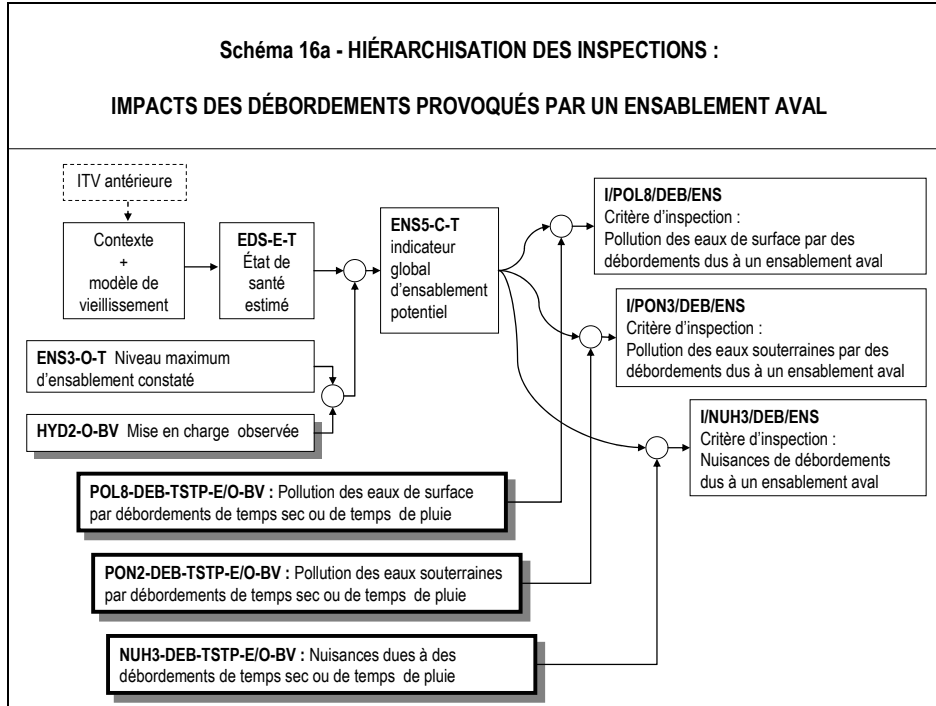
Enfin, lorsque les impacts précédents sont évités par une politique de curage adaptée, un nouvel impact est susceptible d'apparaître, sous forme de coûts d'exploitation.

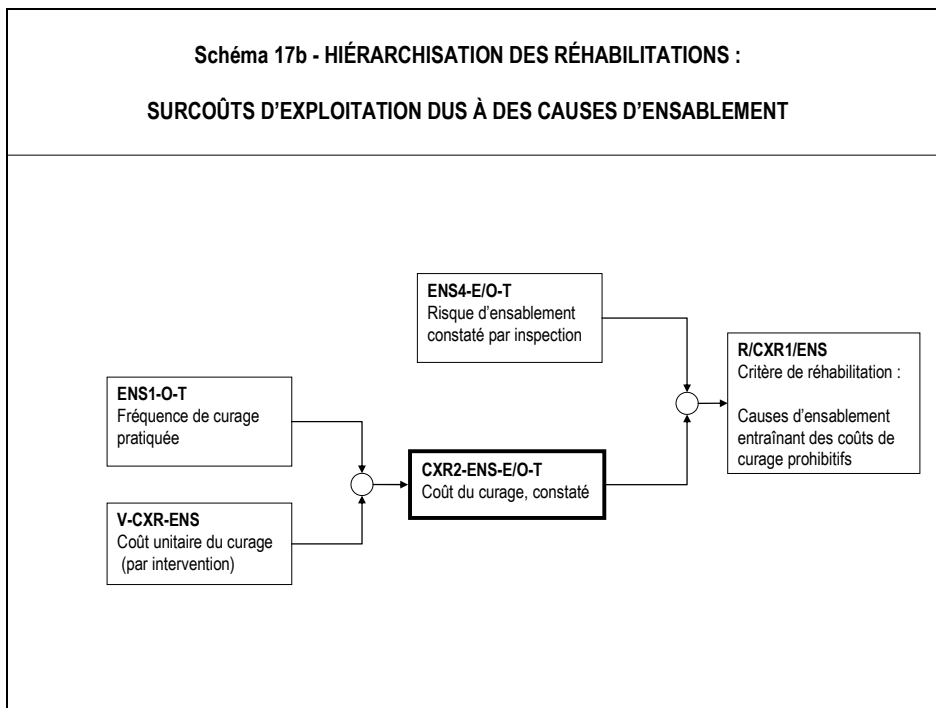
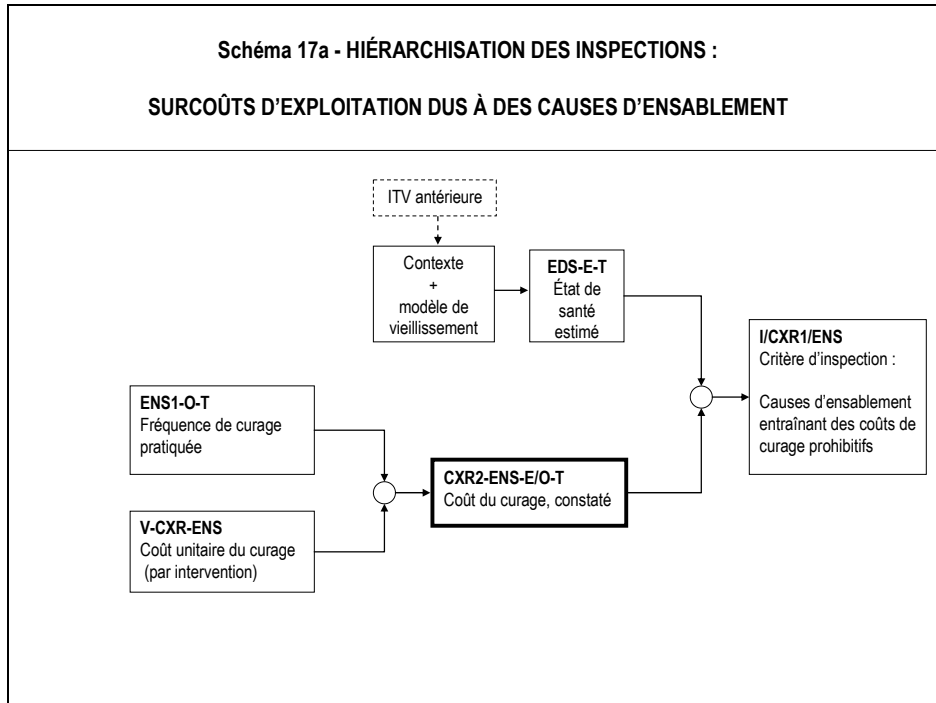
Les schémas et tableaux proposés ci-après présentent la mise en œuvre des principes que nous venons d'exposer.

Légende des schémas : L'évaluation est réalisée de la gauche vers la droite ; les cadres avec **ombrage** signalent les indicateurs évalués à l'échelle d'un **bassin versant** ou d'un secteur ; les cadres en **gras** signalent les **indicateurs d'impact**, ou le critère lui-même, lorsqu'il correspond à l'évaluation de l'impact étudié.









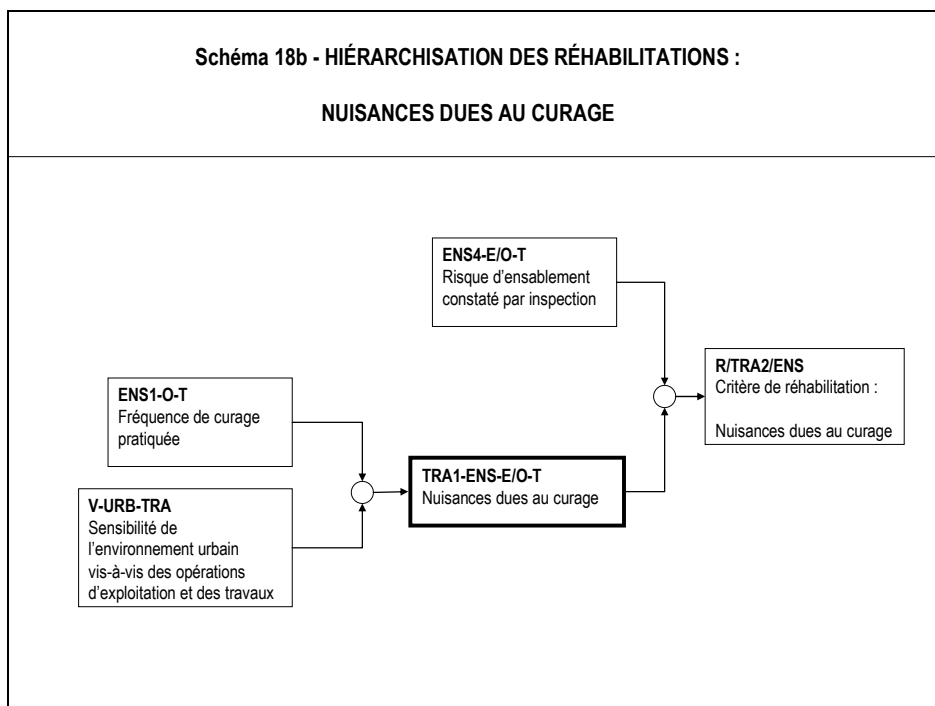
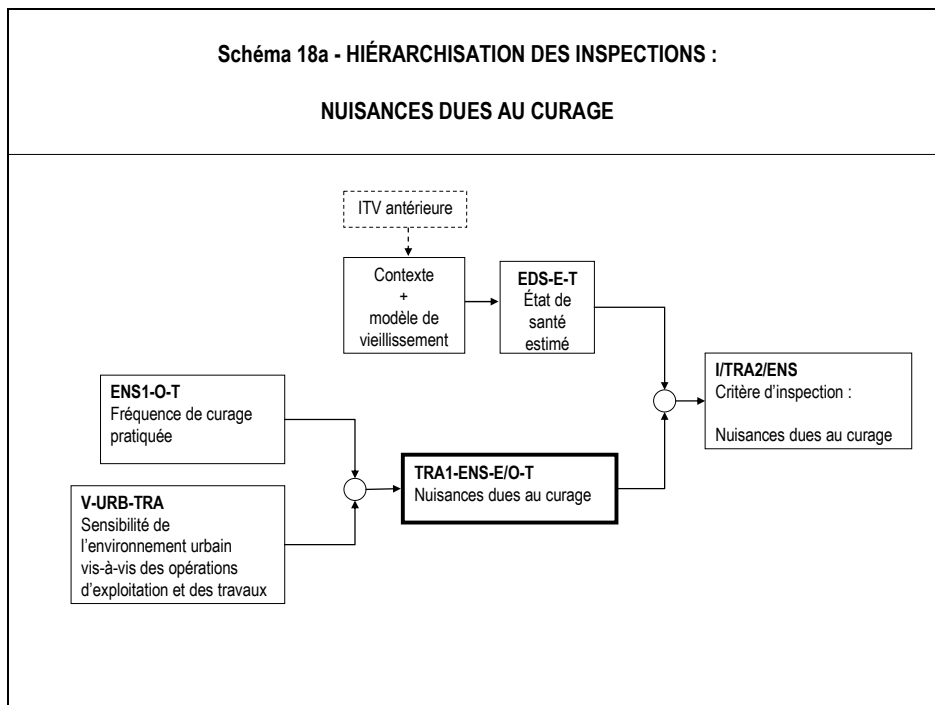


Tableau 39 : liste des indicateurs et critères relatifs à l'ensablement

État de santé du tronçon estimé par modèle de vieillissement	► EDS-E-T
Mise en charge observée (en amont)	► HYD2-O-BV
Fréquence de curage pratiquée	► ENS1-O-T
Niveau maximum d'ensablement constaté	► ENS3-O-T
Risque d'ensablement estimé par inspection	► ENS4-E/O-T
Ensablement, potentiellement d'origine structurelle, préjudiciable à la capacité hydrau.	ENS5-C-T
Ensablement, d'origine structurelle, et préjudiciable à la capacité hydraulique	ENS6-C-T
Ensablement, d'origine structurelle, et préjudiciable aux surverses aval	ENS7-C-T
Risque d'ensablement, d'origine structurelle, et préjudiciable aux surverses aval	ENS8-C-T
Sensibilité de l'environnement urbain / opérations d'exploitation et travaux	► V-URB-TRA
Nuisances dues au curage	TRA1-ENS-E-T
Inspection des causes d'ensablement contribuant à des nuisances d'exploitation	I/TRA2/ENS
Réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des nuisances d'exploitation	R/TRA2/ENS
Coût unitaire du curage	► V-CXR-ENS
Surtout d'exploitation dû aux opérations de curage	CXR2-E/O-T
Inspection pour ensablement entraînant des coûts du curage prohibitifs	I/CXR1/ENS
Réhabilitation pour ensablement entraînant des coûts du curage prohibitifs	R/CXR1/ENS
Vulnérabilité du milieu récepteur (eaux de surface)	► V-ES-POL
Fréquence de débordements observés sans pluies significatives	► DEB4-TS-O-BV
Fréquence de débordements observés lors de pluies significatives	► DEB5-TP-O-BV
Pollution des eaux de surface par débordements de temps de pluie	POL7-DEB-TP-E/O-BV
Pollution des eaux de surface par débordements de temps sec ou de temps de pluie	POL8-DEB-TSTP-E/O-BV
Insp. des causes d'ensabl. contribuant à des débord ^{ts} amont polluant les eaux de surf.	I/POL8/DEB/ENS
Réha. des causes d'ensabl. contribuant à des débord ^{ts} amont polluant les eaux de surf.	R/POL8/DEB/ENS
Fréquence de déversements anormaux observés sans pluie significative	► DEV4-TS-O-BV
Fréquence de déversements anormaux observés avec pluie significative	► DEV5-TP-O-BV
Taux de dépassement de l'autorisation de rejet	► POL2-DEV-E-BV
Pollution des eaux de surface par dévers ^{ts} de temps sec dus à des problèmes aval	POL3a-DEV-TS-E/O-BV
Pollution des eaux de surface par déversements de temps de pluie	POL4-DEV-TP-E/O-BV
Indicateur global de pollution par déversements de temps sec ou de temps de pluie	POL6-DEV-TSTP-E/O-BV
Insp. des causes d'ensabl. contribuant à des dévers ^{ts} amont polluant les eaux de surf.	I/POL5/DEV/ENS
Réha. des causes d'ensabl. contribuant à des dévers ^{ts} amont polluant les eaux de surf.	R/POL5/DEV/ENS
Vulnérabilité du sol et des eaux souterraines	► V-SN-PON
Pollution des eaux souterraines par débordements de temps de pluie	PON1-DEB-TP-E/O-BV
Pollution des eaux souterraines par débordements de temps sec ou de temps de pluie	PON2-DEB-TSTP-E/O-BV
Insp. des causes d'ensablement contribuant à des débord ^{ts} amont polluant la nappe	I/PON3/DEB/ENS
Réha. des causes d'ensablement contribuant à des débord ^{ts} amont polluant la nappe	R/PON3/DEB/ENS
Sensibilité de l'environnement urbain / débordements	► V-URB-NUH
Nuisance des débordements de temps de pluie	NUH1-DEB-TP-E/O-BV
Nuisance des débordements de temps de sec	NUH2-DEB-TS-E/O-BV
Nuisances des débordements de temps sec ou de temps de pluies	NUH3-DEB-TSTP-E/O-BV
Inspection des causes d'ensablement contribuant à des débord ^{ts} préjudiciables	I/NUH3/DEB/ENS
Réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des débord ^{ts} préjudiciables	R/NUH3/DEB/ENS
Indicateur global de pollution par déversements de TP reprenant des dépôts amont	POL5b-DEV-TP-E/O-BV
Inspection des causes d'ensablement contribuant à la pollution de dévers ^{ts} aval	I/POL6/DEV/ENS
Réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à la pollution de dévers ^{ts} aval	R/POL6/DEV/ENS

6.7 LE DYSFONCTIONNEMENT *BOUCHAGE* (BOU)

Le dysfonctionnement « bouchage », total ou partiel, est, par nature, une « réduction de la capacité hydraulique ». On l'a néanmoins distingué en tant que dysfonctionnement, bien qu'il ait pour origine les mêmes types de défauts structurels, car il se caractérise par l'accumulation de matériaux divers au cours du temps qui viennent s'ajouter aux défauts permanents. Ces derniers peuvent d'ailleurs ne pas constituer en tant que tels une réduction importante de la capacité hydraulique, mais ils amorcent les processus d'accumulation. Les matériaux accumulés peuvent être éliminés de temps à autre par des interventions adéquates, et à ce titre le dysfonctionnement « bouchage » présente des analogies avec l'ensablement. Ces interventions, faisant souvent suite à des plaintes, constituent un bon indicateur de ce type de dysfonctionnement, à condition d'être clairement identifiées : sont concernés ici les bouchages affectant le réseau collectif, et non ceux qui sont localisés sur les branchements. À défaut d'observations en nombre suffisant, on peut envisager de prendre en compte le risque de bouchage potentiel que représentent les défauts générateurs.

Quant aux conséquences, il s'agit, comme pour l'ensablement, de déversements et de débordements, qui peuvent se produire aussi bien en temps sec qu'en temps de pluie.

Finalement le bouchage est traité d'une manière analogue à l'ensablement pour les aspects suivants :

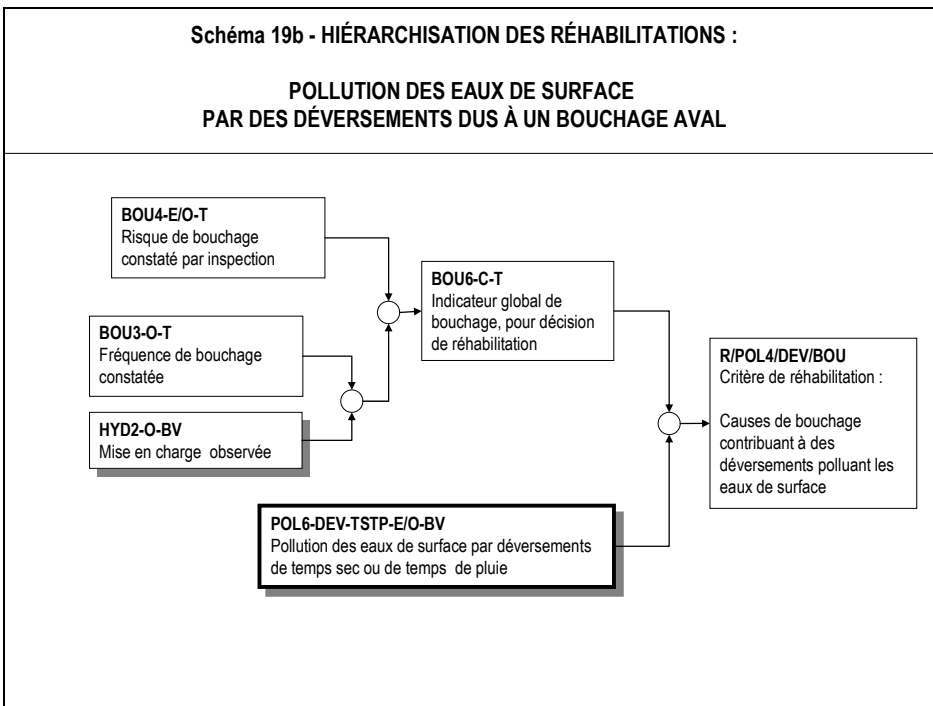
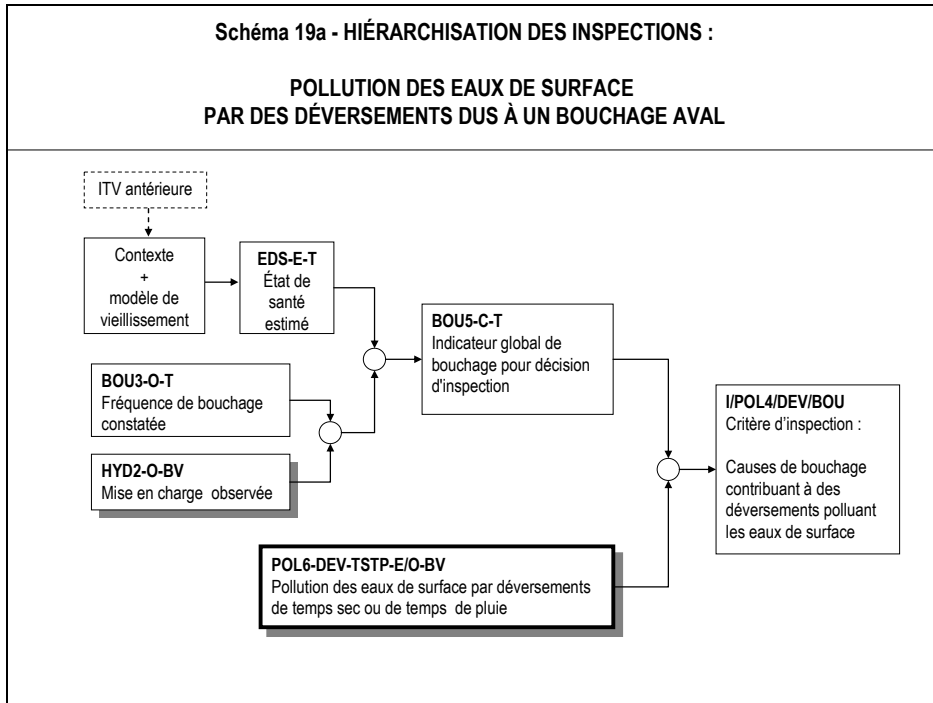
- définition d'impacts directs liés aux interventions (coûts d'exploitation, perturbations), et d'impacts indirects via les débordements et les déversements, de temps sec et de temps de pluie ;
- définition de critères de programmation des ITV à partir des impacts et de la présomption de défauts structurels, ainsi que d'observations relatives aux bouchages (nombre d'interventions, mises en charge observées).

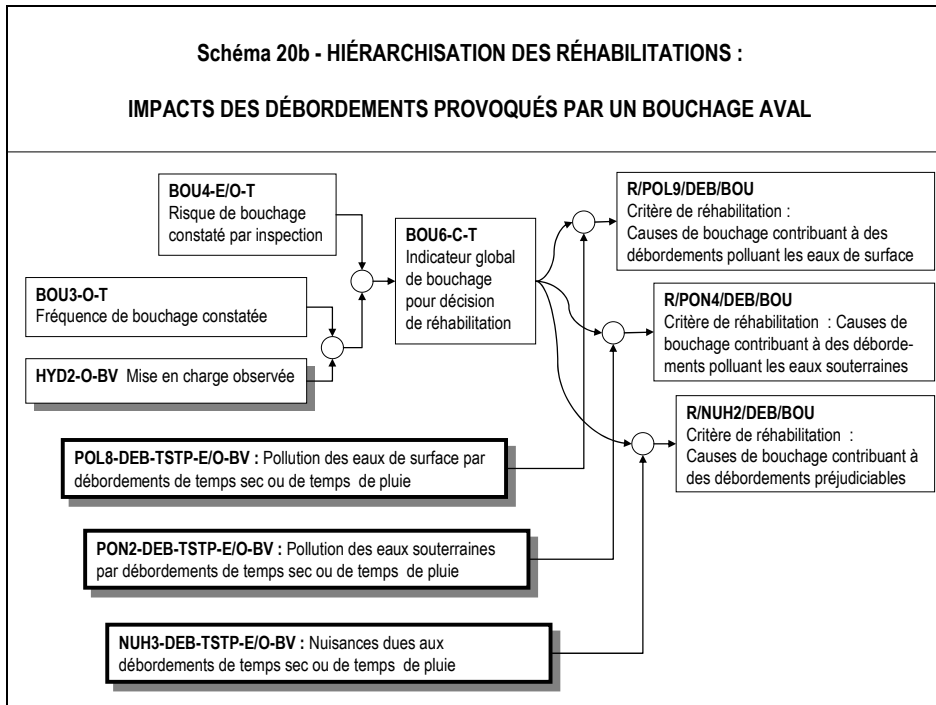
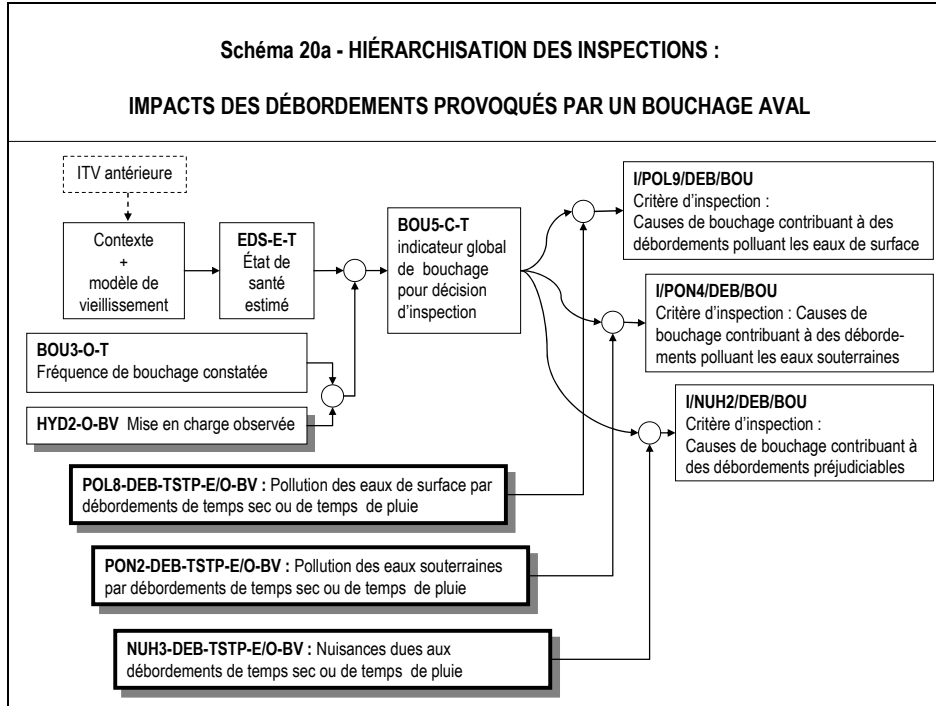
Les différences avec l'ensablement concernent :

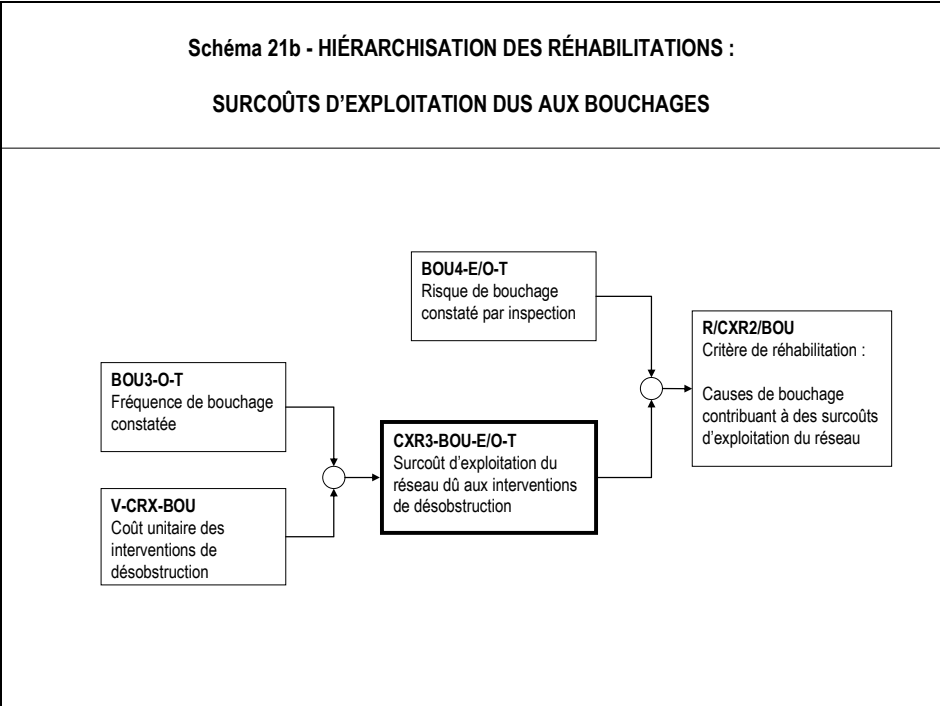
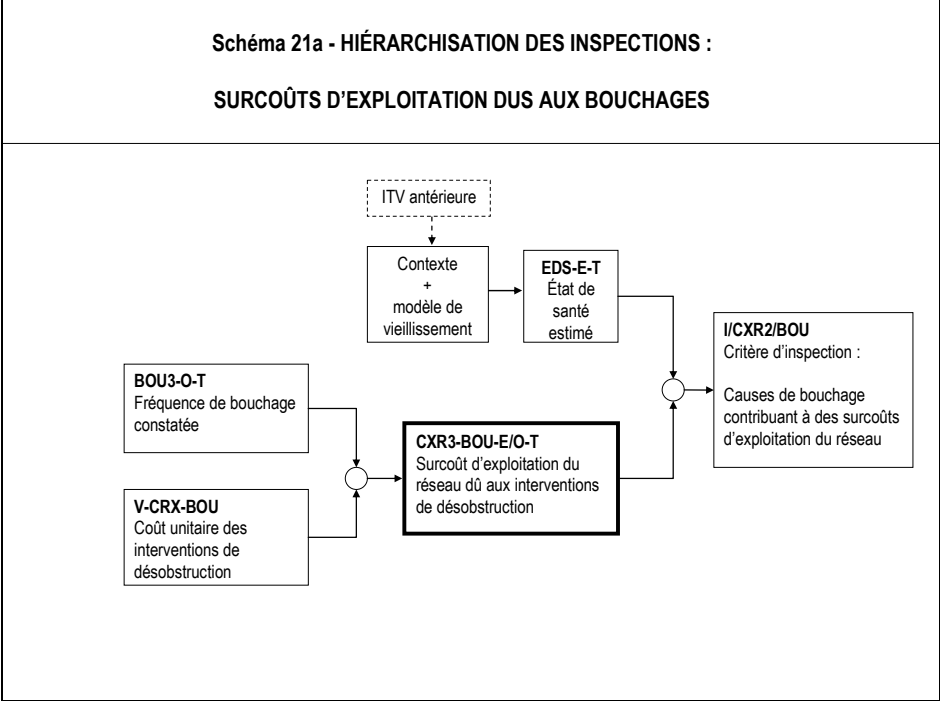
- l'absence d'un impact relatif à la reprise des sédiments en temps de pluie et à la qualité des effluents rejetés ;
- l'absence d'un indicateur de « niveau d'obstruction observé » homologue du « niveau d'ensablement observé » ;
- la définition de critères basés sur l'impact de débordements potentiels, obtenus en croisant directement un indicateur de bouchage et un indicateur de vulnérabilité associé à une zone de débordement potentiel. On trouvera dans l'annexe 5 des orientations pour l'identification de cette zone.

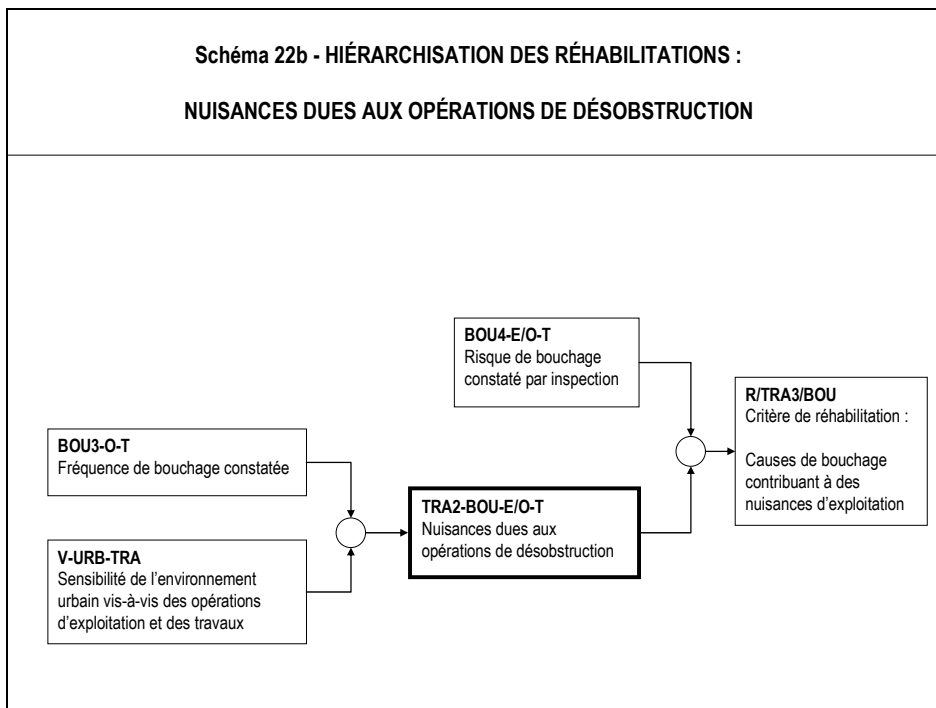
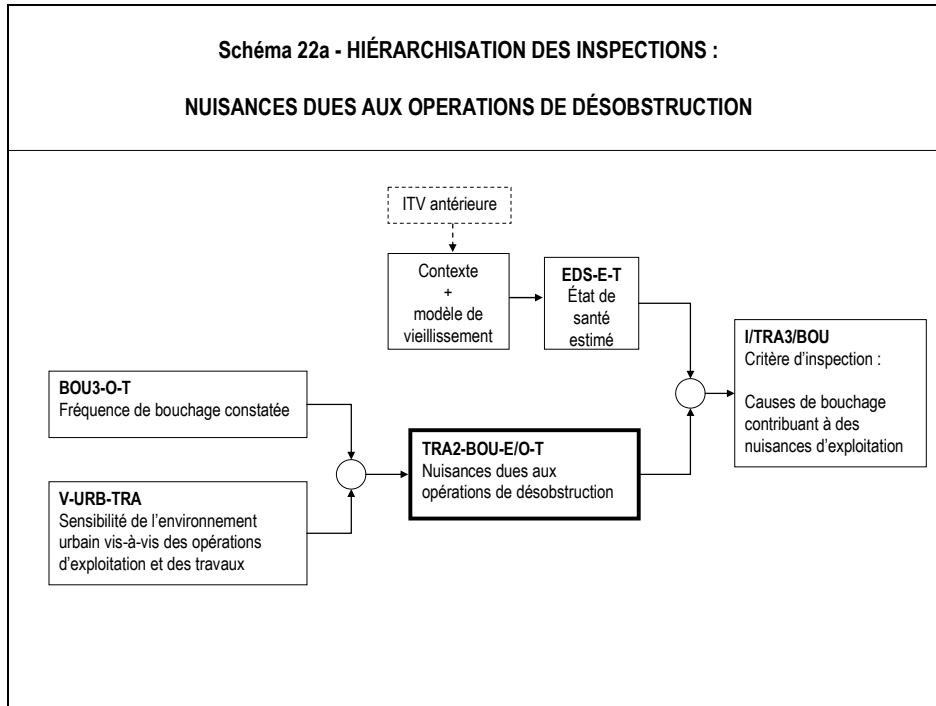
Les schémas et tableaux proposés ci-après présentent la mise en œuvre des principes que nous venons d'exposer.

Légende des schémas : L'évaluation est réalisée de la gauche vers la droite ; les cadres avec **ombrage** signalent les indicateurs évalués à l'échelle d'un **bassin versant** ou d'un secteur ; les cadres en **gras** signalent les **indicateurs d'impact**, ou le critère lui-même, lorsqu'il correspond à l'évaluation de l'impact étudié.









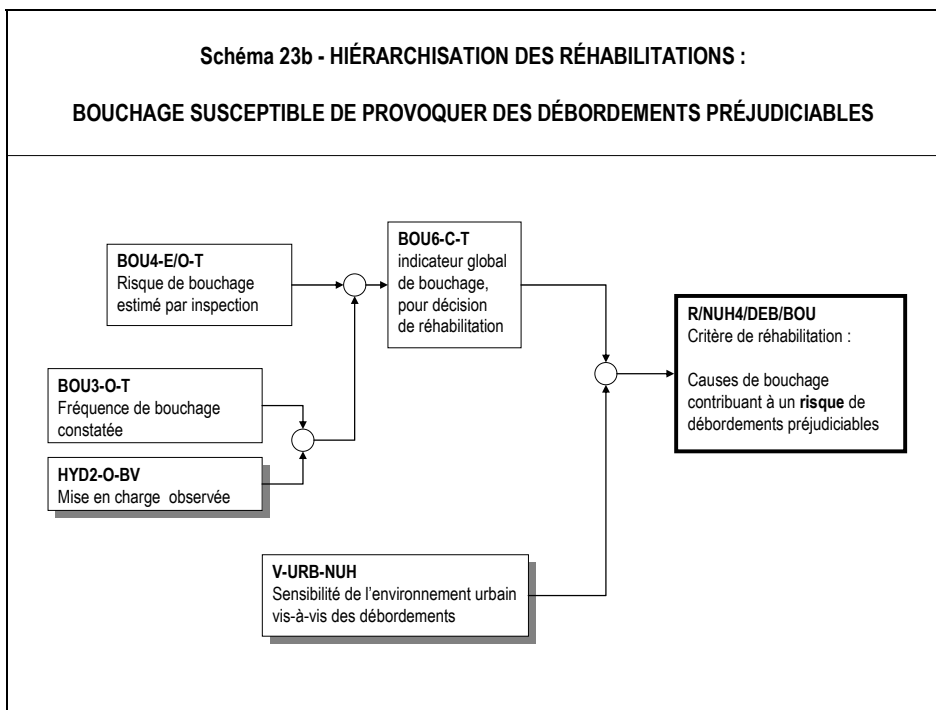
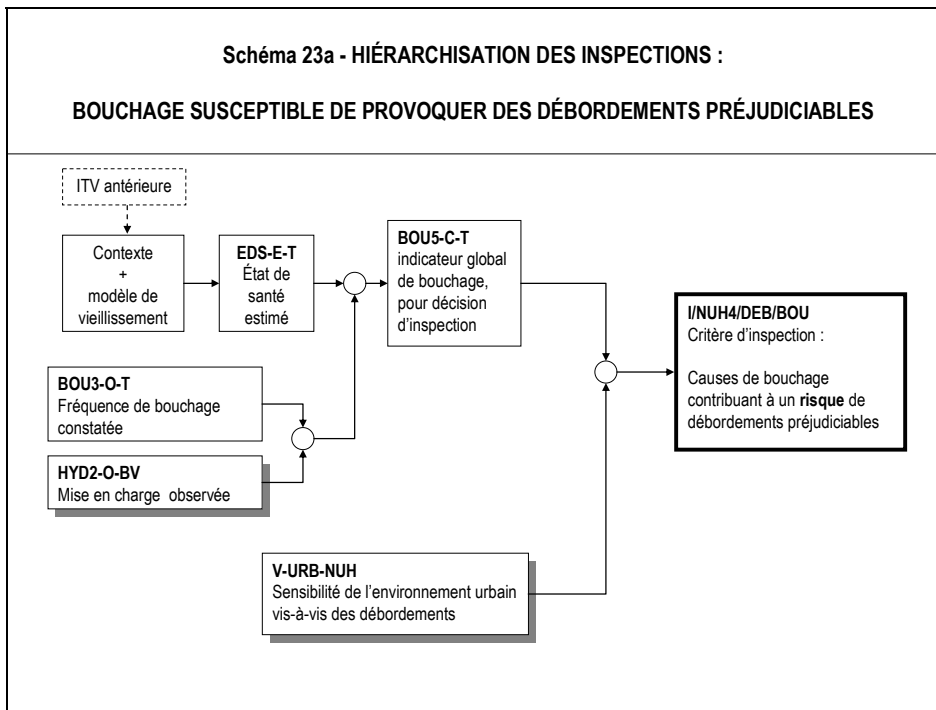


Tableau 41 : liste des indicateurs et critères relatifs au dysfonctionnement bouchage

État de santé du tronçon estimé par modèle de vieillissement	► EDS-E-T
Mise en charge observée (en amont)	► HYD2-O-BV
Fréquence de bouchage	► BOU3-O-T
Risque de bouchage estimé par inspection	► BOU4-E/O-T
Indicateur global de bouchage pour décision d'inspection	BOU5-C-T
Indicateur global de bouchage, après inspection	BOU6-C-T
Sensibilité de l'environnement urbain / opérations d'exploitation et travaux	► V-URB-TRA
Nuisances liées aux opérations de désobstruction	TRA2-BOU-E/O-T
Inspection des causes de bouchage contribuant à des nuisances d'exploitation	I/TRA3/BOU
Réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des nuisances d'exploitation	R/TRA3/BOU
Coût unitaire des interventions de désobstruction	► V-CXR-BOU
Surtout d'exploitation dû aux interventions pour bouchage	CXR3-BOU-E/O-T
Inspection des causes de bouchage contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau	I/CXR2/BOU
Réha. des causes de bouchage contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau	R/CXR2/BOU
Vulnérabilité du milieu récepteur (eaux de surface)	► V-ES-POL
Fréquence de débordements observés sans pluies significatives	► DEB4-TS-O-BV
Fréquence de débordements observés lors de pluies significatives	► DEB5-TP-O-BV
Pollution des eaux de surface par débordements de temps de pluie	POL7-DEB-TP-E/O-BV
Pollution des eaux de surface par débordements de temps sec ou de temps de pluie	POL8-DEB-TSTP-E/O-BV
Inspection des causes de bouchage contribuant à des débord ^{ts} amont polluant les eaux de surface	I/POL9/DEB/BOU
Réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des débord ^{ts} amont polluant les eaux de surface	R/POL9/DEB/BOU
Fréquence de déversements anormaux observés sans pluie significative	► DEV4-TS-O-BV
Fréquence de déversements anormaux observés avec pluie significative	► DEV5-TP-O-BV
Taux de dépassement de l'autorisation de rejet	► POL2-DEV-E-BV
Pollution des eaux de surface par dévers ^{ts} de temps sec dus à des problèmes aval	POL3a-DEV-TS-E/O-BV
Pollution des eaux de surface par déversements de temps de pluie	POL4-DEV-TP-E/O-BV
Indicateur global de l'impact des dévers ^{ts} de temps sec ou de temps de pluie	POL6-DEV-TSTP-E/O-BV
Insp. des causes de bouchage contribuant à des dévers ^{ts} polluant les eaux de surf.	I/POL4/DEV/BOU
Réha. des causes de bouchage contribuant à des dévers ^{ts} polluant les eaux de surf.	R/POL4/DEV/BOU
Vulnérabilité du sol et des eaux souterraines	► V-SN-PON
Pollution des eaux souterraines par débord ^{ts} de temps de pluie	PON1-DEB-TP-E/O-BV
Pollution des eaux souterraines par débord ^{ts} de temps sec ou de temps de pluie	PON2-DEB-TSTP-E/O-BV
Inspection des causes de bouchage contribuant à des débord ^{ts} amont polluant les eaux souterraines	I/PON4/DEB/BOU
Réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des débord ^{ts} amont polluant les eaux souterraines	R/PON4/DEB/BOU
Sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis de débordements	► V-URB-NUH
Nuisance des débordements de temps de pluie	NUH1-DEB-TP-E/O-BV
Nuisance des débordements de temps de sec	NUH2-DEB-TS-E/O-BV
Nuisances des débordements de temps sec ou de temps de pluies	NUH3-DEB-TSTP-E/O-BV
Inspection des causes de bouchage contribuant à des débord ^{ts} préjudiciables	I/NUH2/DEB/BOU
Réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des débord ^{ts} préjudiciables	R/NUH2/DEB/BOU
Insp. des causes de bouchages susceptibles de provoquer des débord ^{ts} préjudiciables	I/NUH4/DEB/BOU
Réha. des causes de bouchages susceptibles de provoquer des débord ^{ts} préjudiciables	R/NUH4/DEB/BOU

6.8 LE DYSFONCTIONNEMENT DÉGRADATION DU COMPLEXE SOL-CONDUITE (DSC)

Le dysfonctionnement « dégradation du complexe sol-conduite » (DSC) est défini afin d'étudier les conditions de vieillissement des collecteurs. On étudiera également par la suite d'autres processus de vieillissement : ATC, dégradation par attaque chimique, RAC, dégradation par pénétration de racines, ABR, dégradation par abrasion.

Ce dysfonctionnement peut être évalué à partir de plusieurs sources d'informations :

- la connaissance de facteurs de risque externes (fuites sur le réseau d'eau potable, enrobage susceptible d'une érosion par mouvement d'eau, etc.), traduit par l'indicateur DSC1-E/R-T ;
- la connaissance de facteurs de risque internes (infiltration, mise en charge), traduit par l'indicateur DSC2-C-T (présomptions avant investigation) puis par l'indicateur DSC5-C-T évalué après investigation ;
- l'état de santé du tronçon estimé par modèle de vieillissement (EDS-E-T) ;
- le constat d'une dégradation, par inspection visuelle ou par auscultation, traduit par l'indicateur DSC7-O-T.

Les autres indicateurs proposés servent à combiner et synthétiser ces différentes informations.

L'impact considéré pour ce dysfonctionnement est un coût : le coût d'un remplacement prématuré de la conduite, du fait d'un vieillissement accéléré.

Les mesures de réhabilitation **proactives** (visant à supprimer ou réduire des désordres à l'origine du vieillissement accéléré) sont donc particulièrement indiquées lorsque la conduite présente un coût de remplacement notablement plus élevé que la moyenne. Les tronçons de diamètre important et/ou à une profondeur importante et/ou correspondant à des conditions de travaux onéreuses devraient donc être tout particulièrement surveillés.

En outre les quatre dysfonctionnements (DSC, ATC, RAC, ABR) sont également pris en compte pour évaluer l'indicateur *EFF4-C-T* : tendance d'évolution de l'intégrité structurale (voir le dysfonctionnement EFF – altération de l'intégrité structurale / risque d'effondrement).

Les schémas et tableaux proposés ci-après présentent la mise en œuvre des principes que nous venons d'exposer.

Légende des schémas : L'évaluation est réalisée de la gauche vers la droite ; les cadres avec **ombrage** signalent les indicateurs évalués à l'échelle d'un bassin versant ou d'un secteur ; les cadres en **gras** signalent les **indicateurs d'impact**, ou le critère lui-même, lorsqu'il correspond à l'évaluation de l'impact étudié.

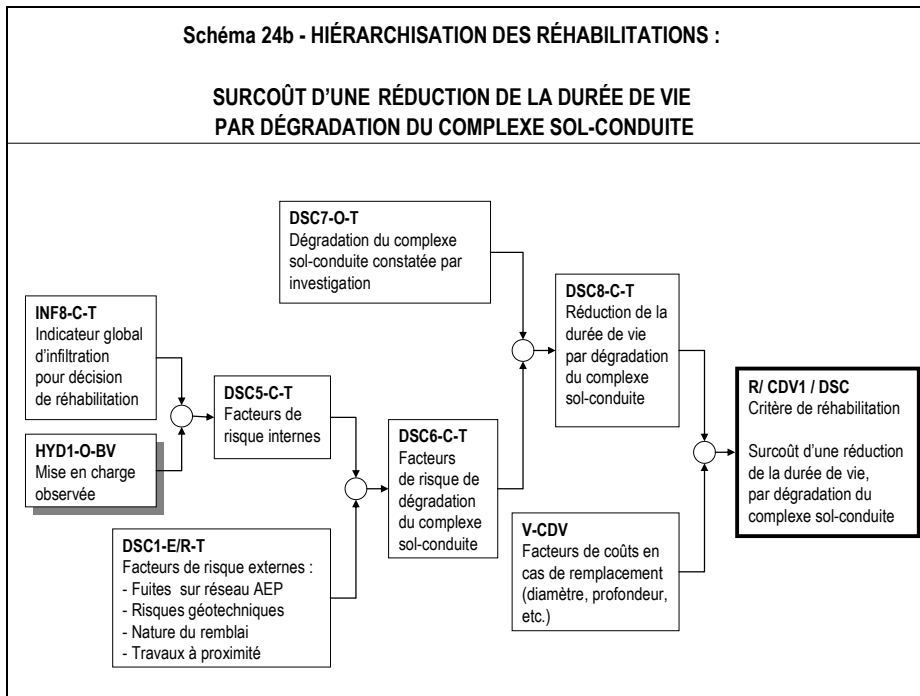
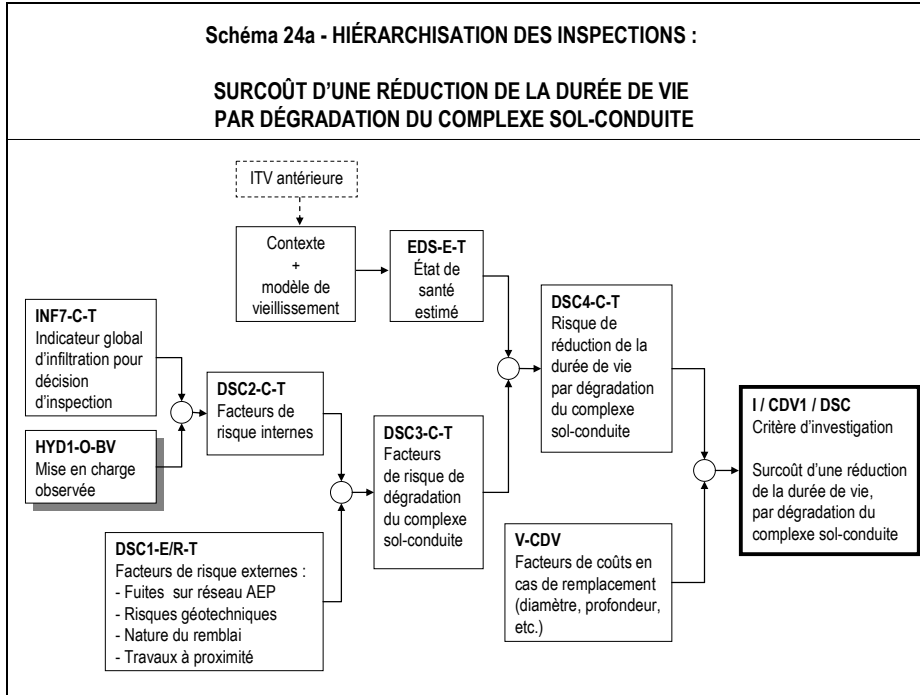


Tableau 43 : liste des indicateurs et critères relatifs à la dégradation du complexe sol-conduite

État de santé du tronçon estimé par modèle de vieillissement	► EDS-E-T
Taux d'infiltration moyen annuel	► INF1a-O-BV
Taux d'infiltration maximum mensuel	► INF1m-O-BV
Taux d'infiltration maximum journalier	► INF1j-O-BV
Facteurs de risque d'infiltration (sous nappe, etc.)	► INF2
Taux d'infiltration constaté sur le tronçon	► INF3-O-T
Défauts d'étanchéité constatés par ITV	► INF4-E/O-T
Risque d'infiltration à vérifier par ITV	INF5-E/R-T
Risque d'infiltration estimé par ITV	INF6-E/O-T
Indicateur global d'infiltration pour décision d'inspection	INF7-C-T
Indicateur global d'infiltration pour décision de réhabilitation	INF8-C-T
Zone d'occurrence de mises en charge	► HYD1-O-BV
Facteurs de risque externes (sol, fuites AEP, etc.)	► DSC1-E/R-T
Facteurs de risque internes à la conduite, estimés avant investigation	DSC2-C-T
Facteurs de risque, estimés avant investigation	DSC3-C-T
Risque de dégradation du complexe sol-conduite à vérifier par inspection	DSC4-C-T
Facteurs de risque internes à la conduite, estimés après investigation	DSC5-C-T
Facteurs de risque, estimés après investigation	DSC6-C-T
Dégradation constatée du complexe sol-conduite	► DSC7-O-T
Dégradation du complexe sol-conduite constatée et/ou estimée par investigation	DSC8-C-T
Facteurs de coûts en cas de nécessité de remplacement de la conduite	► V-CDV
Inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite	I/CDV1/DSC
Réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite	R/CDV1/DSC
Sensibilité de l'environnement urbain / opérations d'exploitation et travaux	► V-URB-TRA
Autres facteurs de risque vis-à-vis d'un effondrement de la conduite (voir EFF)	Autres facteurs
Inspection pour risque d'effondrement gênant	I/TRA1/EFF
Réhabilitation pour risque d'effondrement gênant	R/TRA1/EFF
Sensibilité de l'environnement bâti - risque de dommages en cas d'effondrement	► V-URB-DOB-EFF
Autres facteurs de risque vis-à-vis d'un effondrement de la conduite (voir EFF)	Autres facteurs
Inspection pour risque de dommages par effondrement	I/DOB1/EFF
Réhabilitation pour risque de dommages par effondrement	R/DOB1/EFF

6.9 LE DYSFONCTIONNEMENT DÉGRADATION DE LA CONDUITE PAR ATTAQUE CHIMIQUE (ATC)

Ce dysfonctionnement, qui correspond à un vieillissement accéléré de la conduite, peut être évalué de deux manières :

- soit on dispose de 2 inspections réalisées à quelques années d'intervalle, et l'on peut éventuellement constater une aggravation de l'état de santé de la conduite ;
- soit on considère que toute attaque chimique constatée indique (par défaut) un processus de dégradation en cours, sauf si la source de cette attaque a été identifiée puis supprimée.

C'est la seconde option qui a été retenue, et les règles suivantes sont proposées pour « propager » l'évaluation du risque au sein du réseau :

- R1. un tronçon où s'effectue un « rejet à risque », ou sujet à un dégagement d'H₂S, dont le matériau est sensible à une attaque chimique, présente un risque ;
- R2. si un tronçon d'un matériau résistant à l'attaque chimique reçoit un rejet industriel, le risque est alors affecté au premier tronçon aval non résistant ;
- R3. si le risque affectant un tronçon recevant un rejet industriel est confirmé par une inspection, il est transféré sur le 1^{er} tronçon aval non résistant ;
- R4. si le risque affectant un tronçon à l'aval d'un rejet industriel est confirmé par une inspection, il est transféré sur le 1^{er} tronçon aval non résistant ;
- R5. si un tronçon ne recevant pas de rejet industriel a fait l'objet d'une inspection mettant en évidence une attaque chimique, les tronçons non résistants amont et aval les plus proches sont déclarés à risque.

Compte tenu de la difficulté pour définir la zone d'influence d'un rejet industriel, les règles R3 et R4 ont été définies pour propager le risque de proche en proche. On peut cependant envisager une variante de ces règles en remplaçant « 1^{er} tronçon aval non résistant » par « un linéaire aval, hors tronçons résistants ».

Sept indicateurs spécifiques à ce dysfonctionnement sont proposés :

- Les indicateurs ATC1 à ATC5 correspondent aux facteurs de risque d'une attaque chimique et aux règles de propagation énoncées plus haut ;
- l'indicateur ATC6-C-T synthétise ces informations pour définir les besoins en investigations ;
- enfin, l'indicateur ATC7-O-T utilise et synthétise les observations issues d'une inspection visuelle.

Les schémas et tableaux proposés ci-après présentent la mise en œuvre des principes que nous venons d'exposer.

Légende des schémas : L'évaluation est réalisée de la gauche vers la droite ; les cadres avec ombrage signalent les indicateurs évalués à l'échelle d'un bassin versant ou d'un secteur ; les cadres en **gras** signalent les **indicateurs d'impact**, ou le critère lui-même, lorsqu'il correspond à l'évaluation de l'impact étudié.

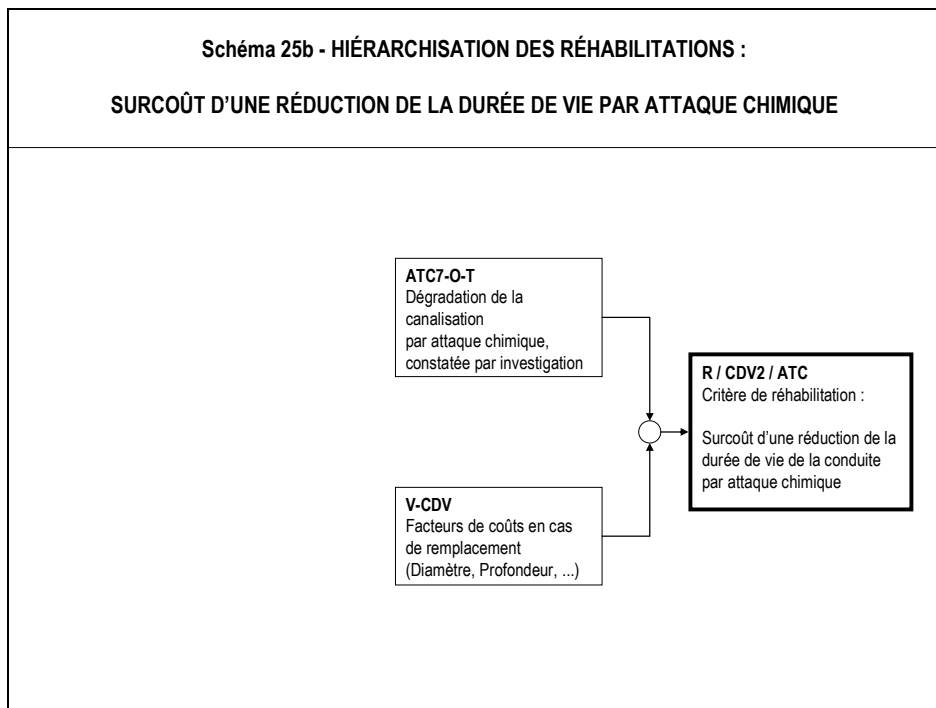
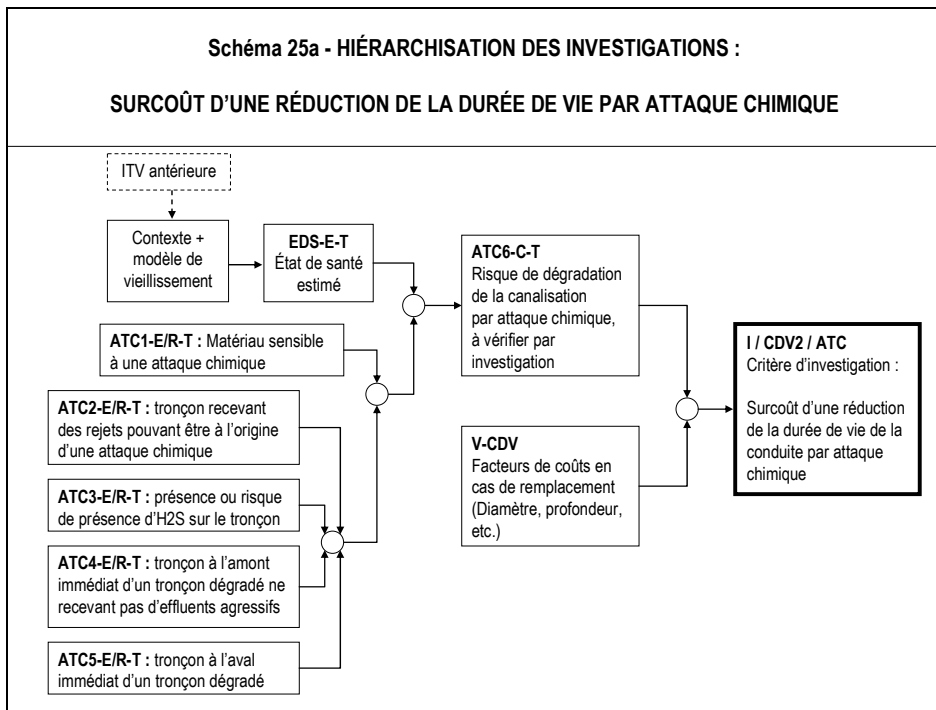


Tableau 45 : liste des indicateurs et critères relatifs à une attaque chimique

État de santé du tronçon estimé par modèle de vieillissement	► EDS-E-T
Matériau sensible ou non à une attaque chimique	► ATC1-E/R-T
Tronçon recevant des rejets pouvant être à l'origine d'une attaque chimique	► ATC2-E/R-T
Présence ou risque de présence d'H ₂ S sur le tronçon	► ATC3-E/R-T
Tronçon à l'amont (immédiat) d'un tronçon dégradé ne recevant pas d'effluents agressifs	► ATC4-E/R-T
Tronçon à l'aval (immédiat) d'un tronçon dégradé par attaque chimique	► ATC5-E/R-T
Risque de dégradation par attaque chimique, à vérifier par investigation	ATC6-C-T
Dégradation par attaque chimique, constatée par investigation	► ATC7-O-T
Facteurs de coûts en cas de nécessité de remplacement de la conduite	► V-CDV
Inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par attaque chimique	I/CDV2/ATC
Réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par attaque chimique	R/CDV2/ATC
Sensibilité de l'environnement urbain / opérations d'exploitation et travaux	► V-URB-TRA
Autres facteurs de risque vis-à-vis d'un effondrement de la conduite (voir EFF)	autres facteurs
Inspection pour risque d'effondrement gênant	I/TRA1/EFF
Réhabilitation pour risque d'effondrement gênant	R/TRA1/EFF
Sensibilité de l'environnement bâti - risque de dommages	► V-URB-DOB-EFF
Autres facteurs de risque vis-à-vis d'un effondrement de la conduite (voir EFF)	autres facteurs
Inspection pour risque de dommages par effondrement	I/DOB1/EFF
Réhabilitation pour risque de dommages par effondrement	R/DOB1/EFF

Tableau 46 : relations entre indicateurs et critères relatifs à une attaque chimique

► EDS-E-T	X							
► ATC1-E/R-T	X							
► ATC2-E/R-T	X							
► ATC3-E/R-T	X							
► ATC4-E/R-T	X							
► ATC5-E/R-T	X							
ATC6-C-T	Y	X		X		X		
► ATC7-O-T			X		X			X
► V-CDV		X	X					
I/CDV2/ATC		C						
R/CDV2/ATC			C					
► V-URB-TRA				X	X			
autres facteurs				X	X			
I/TRA1/EFF				C				
R/TRA1/EFF					C			
► V-URB-DOB-EFF							X	X
autres facteurs							X	X
I/DOB1/EFF							C	
R/DOB1/EFF								C

Légende : Le signe ► indique les indicateurs à fournir en entrées ; les codes des critères sont encadrés en gras ; chaque colonne du tableau correspond au calcul d'un indicateur composite (repéré par le symbole Y) ou d'un critère (symbole C) à partir de plusieurs indicateurs (repérés par les symboles X).

6.10 LE DYSFONCTIONNEMENT DÉGRADATION DE LA CONDUITE PAR INTRUSION DE RACINES (RAC)

L'intrusion de racines est un problème préoccupant pour beaucoup de gestionnaires de réseaux d'assainissement. De nombreux documents de recommandations sont établis par les autorités locales en Grande Bretagne, en Australie, au Canada, etc. À titre d'exemple (tableau ci-dessous) un document du « *Department of Natural Resources* » de l'état du Queensland (Australie), propose un recensement des essences ne devant pas être plantées à moins de 3, 5 ou 10 mètres d'une conduite de branchement.¹²

Tableau 47 : recommandations de l'état du Queensland (Australie)

Essences ne devant pas être plantées à moins de 10 mètres d'une conduite de branchement	Essences ne devant pas être plantées à moins de 5 mètres d'une conduite de branchement	Essences ne devant pas être plantées à moins de 3 mètres d'une conduite de branchement
28 essences (<i>Platanus, Populus, Taxodium distichum</i> , etc.)	73 essences	49 essences

Outre les effets de réduction de la capacité hydraulique de la conduite, l'intrusion de racines est également un facteur de dégradation de la conduite. Davies (2001) rapporte les conclusions de plusieurs études réalisées en Grande Bretagne qui tendent à montrer que les pressions exercées par les racines peuvent être suffisantes pour provoquer la rupture des conduites.

Quatre indicateurs spécifiques sont proposés dans ce guide pour prendre en compte ce processus de dégradation.

Les besoins en inspection (évalués avec l'indicateur RAC3-E/R-T) correspondent aux tronçons à proximité d'espèces végétales dont les racines sont réputées « agressives » (indicateur RAC2) pour les conduites d'assainissement non protégées dont le matériau (indicateur RAC1) et l'état de santé estimé sont susceptibles de favoriser l'intrusion de racines.

L'indicateur RAC4-O-T utilise et synthétise les observations issues d'une inspection.

Les schémas et tableaux proposés ci-après présentent la mise en œuvre des principes que nous venons d'exposer.

Légende des schémas : L'évaluation est réalisée de la gauche vers la droite ; les cadres avec ombrage signalent les indicateurs évalués à l'échelle d'un bassin versant ou d'un secteur ; les cadres en **gras** signalent les **indicateurs d'impact**, ou le critère lui-même, lorsqu'il correspond à l'évaluation de l'impact étudié.

¹² www.nrm.qld.gov.au/factsheets/pdf/vegetation/V83.pdf

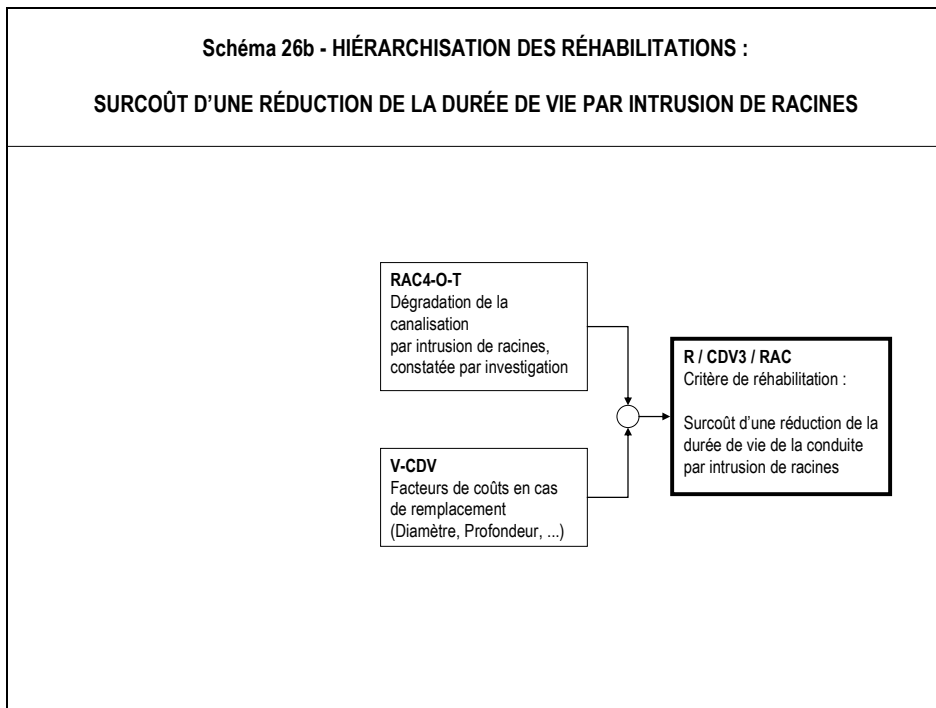
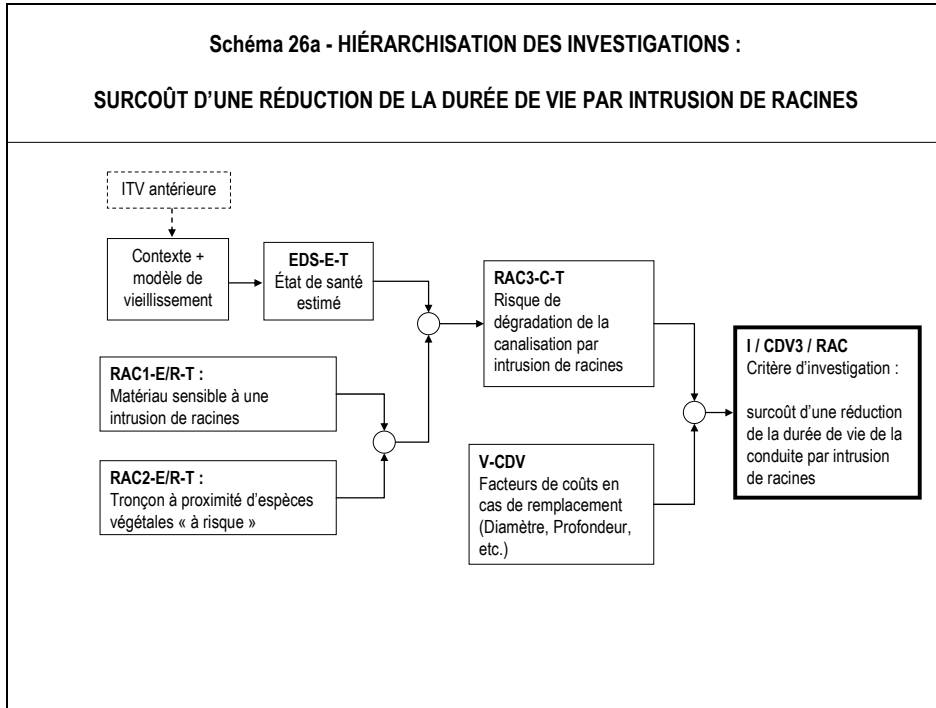


Tableau 48 : liste des indicateurs et critères relatifs à l'intrusion de racines

État de santé du tronçon estimé par modèle de vieillissement	► EDS-E-T
Matériau sensible ou non à une intrusion de racines	► RAC1-E/R
Tronçon à proximité d'espèces végétales « agressives »	► RAC2-E/R
Risque de dégradation par intrusion de racines, à vérifier par investigation	RAC3-C-T
Dégradation par intrusion de racines, constatée par investigation	► RAC4-O-T
Facteurs de coûts en cas de nécessité de remplacement de la conduite	► V-CDV
Inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par intrusion de racines	I/CDV3/RAC
Réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par intrusion de racines	R/CDV3/RAC
Sensibilité de l'environnement urbain / opérations d'exploitation et travaux	► V-URB-TRA
Autres facteurs de risque vis-à-vis d'un effondrement de la conduite (voir le dysfonctionnement EFF)	autres facteurs
Inspection pour risque d'effondrement gênant	I/TRA1/EFF
Réhabilitation pour risque d'effondrement gênant	R/TRA1/EFF
Sensibilité de l'environnement bâti - risque de dommages	► V-URB-DOB-EFF
Autres facteurs de risque vis-à-vis d'un effondrement de la conduite (voir le dysfonctionnement EFF)	autres facteurs
Inspection pour risque de dommages par effondrement	I/DOB1/EFF
Réhabilitation pour risque de dommages par effondrement	R/DOB1/EFF

Tableau 49 : relations entre indicateurs et critères relatifs à l'intrusion de racines

► EDS-E-T	X						
► RAC1-E/R	X						
► RAC2-E/R	X						
RAC3-C-T	Y	X	X	X			
► RAC4-O-T		X	X		X		
► V-CDV		X	X				
I/CDV3/RAC		C					
R/CDV3/RAC			C				
► V-URB-TRA				X	X		
autres facteurs				X	X		
I/TRA1/EFF				C			
R/TRA1/EFF					C		
► V-URB-DOB-EFF						X	X
autres facteurs						X	X
I/DOB1/EFF						C	
R/DOB1/EFF							C

Légende : Le signe ► indique les indicateurs à fournir en entrées ; les codes des critères sont encadrés en gras ; chaque colonne du tableau correspond au calcul d'un indicateur composite (repéré par le symbole Y) ou d'un critère (symbole C) à partir de plusieurs indicateurs (repérés par les symboles X).

6.11 LE DYSFONCTIONNEMENT *DÉGRADATION DE LA CONDUITE PAR ABRASION (ABR)*

Quatre indicateurs spécifiques sont proposés pour étudier ce dysfonctionnement :

- ABR1, « Matériau sensible à une abrasion », et ABR2, « Effluent et conditions d'écoulement favorables à l'abrasion » correspondent aux facteurs de risque ;
- ABR3, « Risque de dégradation par abrasion, à vérifier par investigation », combine ces deux indicateurs avec l'indicateur EDS-E-T « État de santé du tronçon estimé par modèle de vieillissement » pour la définition des investigations ;
- ABR4, « Dégradation par abrasion, constatée par investigation », utilise et synthétise les informations issues d'une inspection visuelle.

Comme pour les dysfonctionnements DSC, ATC et RAC, l'impact d'une dégradation par abrasion est une réduction de la durée de vie de la conduite entraînant un surcoût.

En outre, ce dysfonctionnement est également pris en compte pour évaluer l'évolution de l'intégrité structurelle et le risque d'effondrement.

Les schémas et tableaux proposés ci-après présentent la mise en œuvre des principes que nous venons d'exposer.

Légende des schémas : L'évaluation est réalisée de la gauche vers la droite ; les cadres avec ombrage signalent les indicateurs évalués à l'échelle d'un bassin versant ou d'un secteur ; les cadres en **gras** signalent les **indicateurs d'impact**, ou le critère lui-même, lorsqu'il correspond à l'évaluation de l'impact étudié.

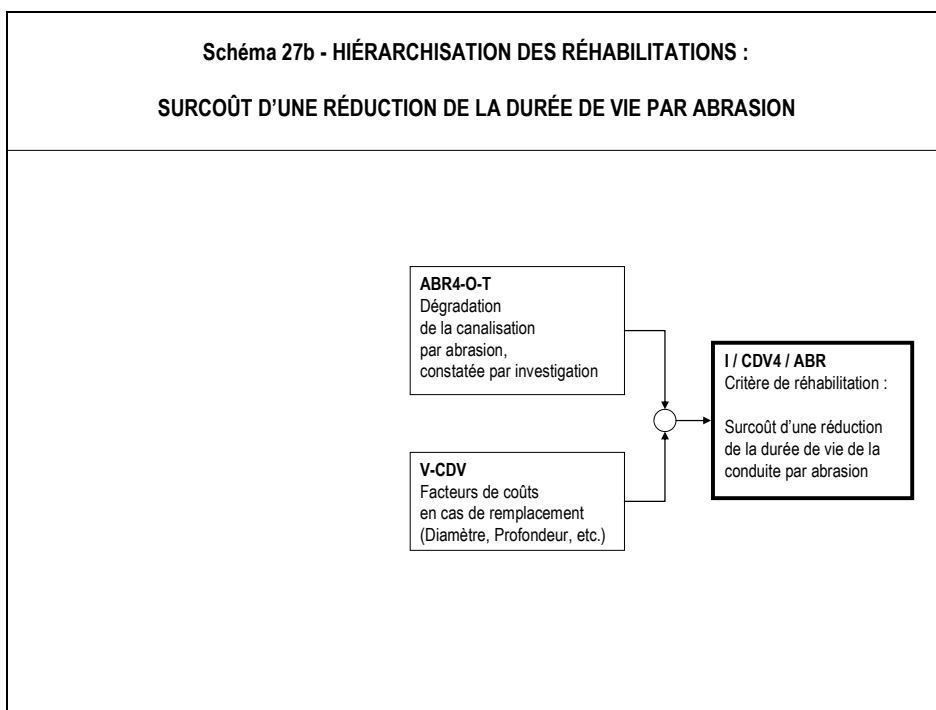
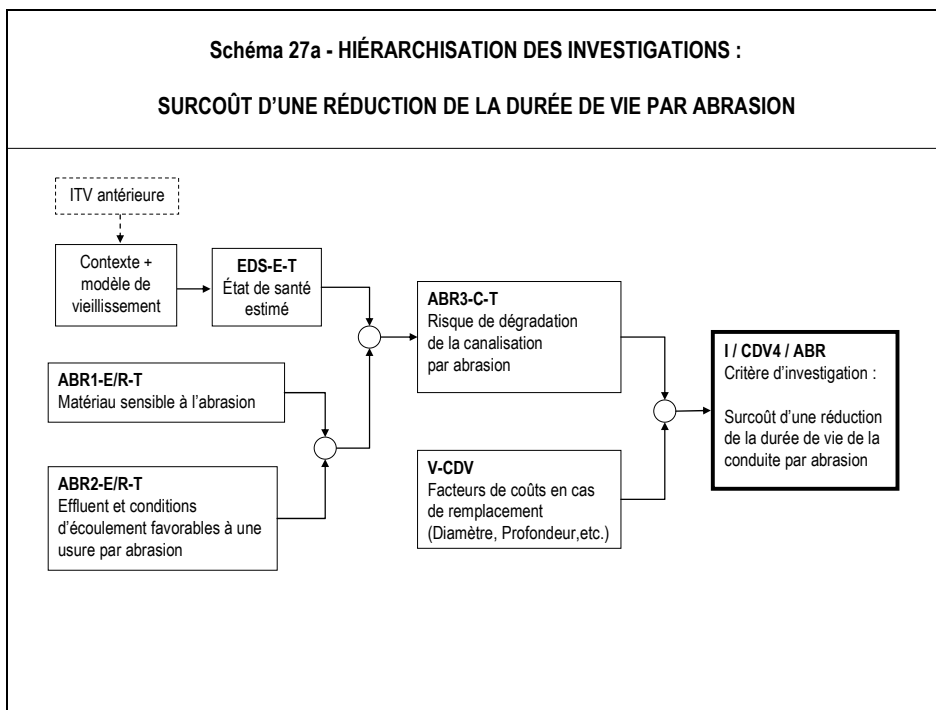


Tableau 50 : liste des indicateurs et critères relatifs à l'abrasion

État de santé du tronçon estimé par modèle de vieillissement	► EDS-E-T
Matériau sensible ou non à une abrasion / érosion	► ABR1-E/R
Effluent et conditions d'écoulement favorables à l'abrasion	► ABR2-E/R
Risque de dégradation par abrasion, à vérifier par investigation	ABR3-C-T
Dégradation par abrasion, constatée par investigation	► ABR4-O-T
Facteurs de coûts en cas de nécessité de remplacement de la conduite	► V-CDV
Inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par abrasion	I/CDV4/ABR
Réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par abrasion	R/CDV4/ABR
Sensibilité de l'environnement urbain / opérations d'exploitation et travaux	► V-URB-TRA
Autres facteurs de risque vis-à-vis d'un effondrement de la conduite (voir EFF)	autres facteurs
Inspection pour risque d'effondrement gênant	I/TRA1/EFF
Réhabilitation pour risque d'effondrement gênant	R/TRA1/EFF
Sensibilité de l'environnement bâti - risque de dommages	► V-URB-DOB-EFF
Autres facteurs de risque vis-à-vis d'un effondrement de la conduite (voir EFF)	autres facteurs
Inspection pour risque de dommages par effondrement	I/DOB1/EFF
Réhabilitation pour risque de dommages par effondrement	R/DOB1/EFF

Tableau 51 : relations entre indicateurs et critères relatifs à l'abrasion

► EDS-E-T	X					
► ABR1-E/R	X					
► ABR2-E/R	X					
ABR3-C-T	Y	X	X	X	X	
► ABR4-O-T			X	X	X	
► V-CDV		X	X			
I/CDV4/ABR		C				
R/CDV4/ABR			C			
► V-URB-TRA				X	X	
autres facteurs				X	X	
I/TRA1/EFF				C		
R/TRA1/EFF					C	
► V-URB-DOB-EFF						X
autres facteurs						X
I/DOB1/EFF						C
R/DOB1/EFF						

Légende : Le signe ► indique les indicateurs à fournir en entrées ; les codes des critères sont encadrés en gras ; chaque colonne du tableau correspond au calcul d'un indicateur composite (repéré par le symbole Y) ou d'un critère (symbole C) à partir de plusieurs indicateurs (repérés par les symboles X).

6.12 LE DYSFONCTIONNEMENT *ALTÉRATION DE L'INTÉGRITÉ STRUCTURALE – EFFONDREMENT (EFF)*

Pour le dysfonctionnement « *altération de l'intégrité structurale – effondrement* », l'objectif est de favoriser des réhabilitations préventives, c'est-à-dire avant la ruine du collecteur et ses éventuels impacts sur le milieu urbain : dommages au bâti et/ou perturbations des activités urbaines (trafic, accès aux commerces...).

Pour définir les besoins en investigations, l'indicateur EFF2-C-T combine deux sources d'informations :

- une estimation de l'état de santé fondée sur l'utilisation de modèles de vieillissement et de résultats d'investigations réalisées dans le passé (indicateur EDS-E-T) ;
- la connaissance de facteurs de risque (indicateur EFF1-E/R-T).

La définition des priorités de réhabilitation prend en compte l'état constaté par investigation mais aussi une estimation du risque d'évolution de cet état.

Deux indicateurs complémentaires sont proposés :

- EFF3-O-T, « *Niveau d'endommagement constaté par investigation* » ;
- EFF4-C-T, « *Tendance d'évolution de l'endommagement, estimé après investigation* », indicateur évalué à partir de la connaissance des processus de dégradation du collecteur : dégradation du complexe sol-conduite, attaque chimique, pénétration de racines, abrasion.

Ces deux indicateurs sont ensuite synthétisés par l'indicateur EFF5-C-T « *Risque d'effondrement estimé après investigation* ».

Cet indicateur est finalement croisé avec deux indicateurs de vulnérabilité, V-URB-DOB-EFF et V-URB-TRA, potentialité de dommages et potentialité de perturbations importantes des activités urbaines, pour définir le niveau de risque d'impact.

Notons que **les conséquences hydrauliques d'un effondrement sont traitées avec le dysfonctionnement bouchage**. L'indicateur BOU4-E/O-T (risque de bouchage estimé après inspection) intègre l'indicateur du risque d'effondrement EFF5-C-T.

Les schémas et tableaux proposés ci-après présentent la mise en œuvre des principes que nous venons d'exposer.

Légende des schémas : L'évaluation est réalisée de la gauche vers la droite ; les cadres avec **ombrage** signalent les indicateurs évalués à l'échelle d'un bassin versant ou d'un secteur ; les cadres en **gras** signalent les **indicateurs d'impact**, ou le critère lui-même, lorsqu'il correspond à l'évaluation de l'impact étudié.

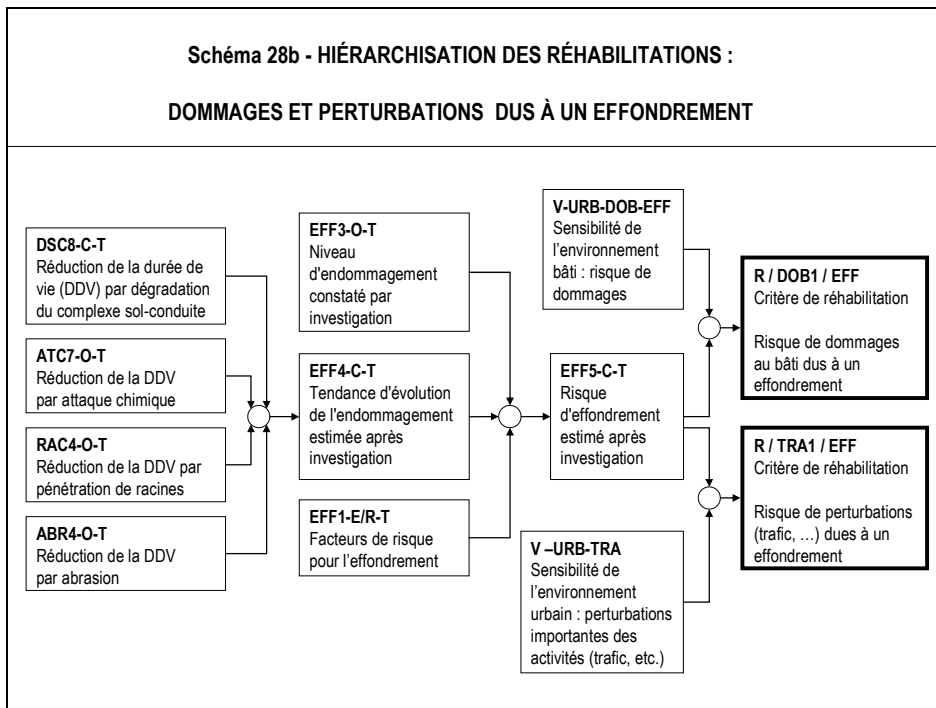
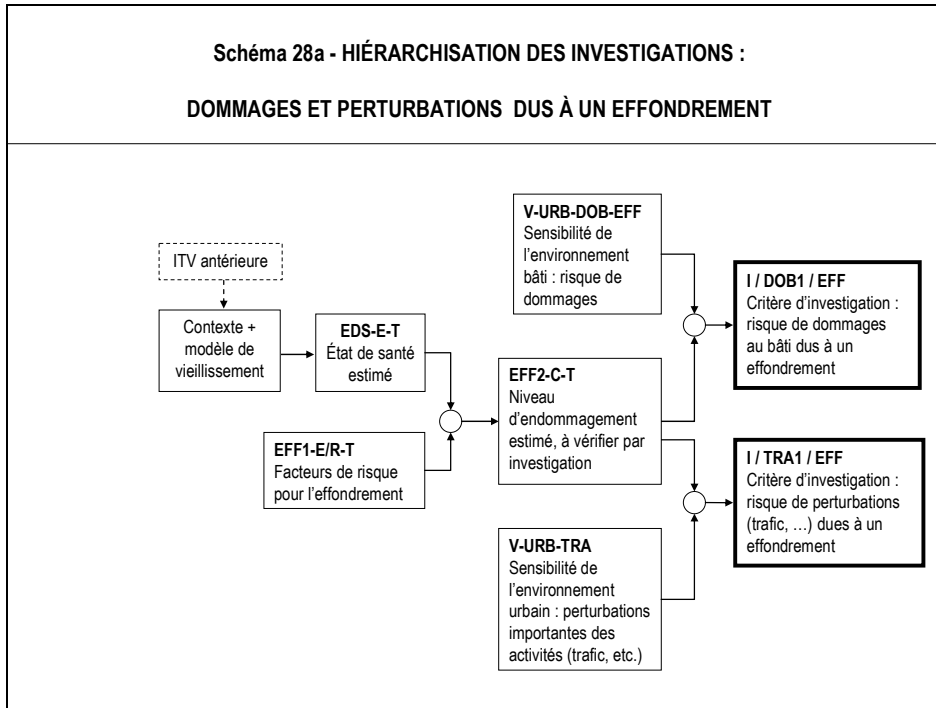


Tableau 52 : liste des indicateurs et critères relatifs au dysfonctionnement
Altération de l'intégrité structurale – Effondrement

État de santé du tronçon estimé par modèle de vieillissement	► EDS-E-T
Facteurs de risque d'un effondrement (surcharges...)	► EFF1-E/R-T
Niveau d'endommagement estimé, à vérifier par investigation	EFF2-C-T
Niveau d'endommagement constaté par investigation	► EFF3-E/O-T
Dégradation du complexe sol-conduite constatée par investigation (voir DSC)	DSC8-C-T
Dégradation par attaque chimique, constatée par investigation	► ATC7-O-T
Dégradation par intrusion de racines, constatée par investigation	► RAC4-O-T
Dégradation par abrasion, constatée par investigation	► ABR4-O-T
Tendance d'évolution de l'endommagement, estimé après investigation	EFF4-C-T
Risque d'effondrement estimé	EFF5-C-T
Sensibilité de l'environnement urbain / perturbations diverses	► V-URB-TRA
Inspection pour risque d'effondrement gênant	I/TRA1/EFF
Réhabilitation pour risque d'effondrement gênant	R/TRA1/EFF
Sensibilité de l'environnement bâti - risque de dommages en cas d'effondrement	► V-URB-DOB-EFF
Inspection pour risque de dommages par effondrement	I/DOB1/EFF
Réhabilitation pour risque de dommages par effondrement	R/DOB1/EFF

Tableau 53 : relations entre indicateurs et critères relatifs au dysfonctionnement
Altération de l'intégrité structurale – Effondrement

► EDS-E-T	X					
► EFF1-E/R-T	X	X				
EFF2-C-T	Y		X		X	
► EFF3-E/O-T		X				
DSC8-C-T	X					
► ATC7-O-T	X					
► RAC4-O-T	X					
► ABR4-O-T	X					
EFF4-C-T	Y	X				
EFF5-C-T		Y	X		X	
► V-URB-TRA			X	X		
I/TRA1/EFF			C			
R/TRA1/EFF				C		
► V-URB-DOB-EFF					X	X
I/DOB1/EFF					C	
R/DOB1/EFF						C

Légende : Le signe ► indique les indicateurs à fournir en entrées ; les codes des critères sont encadrés en gras ; chaque colonne du tableau correspond au calcul d'un indicateur composite (repéré par le symbole Y) ou d'un critère (symbole C) à partir de plusieurs indicateurs (repérés par les symboles X).

6.13 L'IMPACT POLLUTION DES EAUX DE SURFACE (POL)

Dans le Tableau 54, sont regroupés les indicateurs d'impact ainsi que les critères de réhabilitation¹³ concernant la pollution des eaux de surface. Les indicateurs d'impact sont évalués en croisant un indicateur de dysfonctionnement avec l'indicateur de vulnérabilité : *V-ES-POL, vulnérabilité des eaux de surface*.

L'impact pollution des eaux de surface découle directement de 3 dysfonctionnements : une surcharge et une réduction de l'efficacité de la station d'épuration du fait des eaux parasites d'infiltration, des déversements, ou encore des débordements. Ces deux derniers dysfonctionnements renvoient à des dysfonctionnements sources : ensablement, bouchage, ou une réduction de la capacité hydraulique préjudiciable au fonctionnement de temps de pluie.

Tableau 54 : étude de l'impact *pollution des eaux de surface*

Indicateur d'impact	Critère(s) de réhabilitation utilisant cet indicateur
POL1-<u>INF</u>-STEP-E/O-BV : Fiche 10. Indicateur d'impact POL1- <u>INF</u> -STEP-E/O-BV : pollution des eaux de surface due à une dégradation des performances de la STEP	R/POL1/STEP/INF : Fiche 13. Critère R/POL1/STEP/INF : réhabilitation pour infiltrations contribuant à une réduction d'efficacité de la STEP préjudiciable au milieu récepteur
POL2a-<u>DEV</u>-O-BV : Fiche 65. Indicateur d'impact POL2a- <u>DEV</u> -O-BV : taux de dépassement d'une autorisation de rejet pour un déversoir d'orage	<i>(intégré dans les indicateurs d'impact POL5 et POL6)</i>
POL2b-<u>INF</u>-STEP-O-BV : Fiche 11. Indicateur d'impact POL2b- <u>INF</u> -STEP-O-BV : taux de dépassement d'une autorisation de rejet de STEP	<i>(intégré dans l'indicateur d'impact POL1)</i>
POL3a-<u>DEV</u>-TS-E/O-BV : Fiche 67. Indicateur d'impact POL3a- <u>DEV</u> -TS-E/O-BV : pollution des eaux de surface par des déversements de temps sec dus à des problèmes aval	<i>(intégré dans l'indicateur d'impact POL6)</i>
POL3b-<u>DEV</u>-TS-E/O-BV : Fiche 68. Indicateur d'impact POL3b- <u>DEV</u> -TS-E/O-BV : pollution des eaux de surface par des déversements de temps sec dus aux infiltrations	R/POL2/DEV-TS/INF : Fiche 15. Critère R/POL2/DEV-TS/INF : réhabilitation pour infiltrations contribuant à des déversements de temps sec polluant les eaux de surface

¹³ On ne mentionne pas ici les critères d'investigation. Ils sont analogues aux critères de réhabilitation. La fiche d'un critère d'investigation est accessible immédiatement avant la fiche du critère de réhabilitation correspondant.

Indicateur d'impact	Critère(s) de réhabilitation utilisant cet indicateur
POL4-DEV-TP-E/O-BV : Fiche 69. Indicateur d'impact POL4-DEV-TP-E/O-BV : pollution des eaux de surface par des déversements de temps de pluie	<i>(intégré dans les indicateurs d'impact POL5 et POL6)</i>
POL5a-DEV-TP-E/O-BV : Fiche 70. Indicateur d'impact POL5a-DEV-TP-E/O-BV : indicateur global de pollution des eaux de surface par des déversements de temps de pluie, dus à des problèmes aval	R/POL3/DEV-TP/HYD : Fiche 45. Critère R/POL3/DEV-TP/HYD : réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des déversements de temps de pluie polluant les eaux de surface
POL5b-DEV-TP-E/O-BV : Fiche 71. Indicateur d'impact POL5b-DEV-TP-E/O-BV : indicateur global de pollution des eaux de surface par des déversements de temps de pluie, reprenant des dépôts amont	R/POL6/DEV/ENS : Fiche 83. Critère R/POL6/DEV/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à la pollution de déversements aval
POL6-DEV-TSTP-E/O-BV : Fiche 72. Indicateur d'impact POL6-DEV-TSTP-E/O-BV : indicateur global de pollution des eaux de surface par des surverses de temps sec ou de temps de pluie (synthèse de POL2a, POL3a et POL4)	R/POL4/DEV/BOU : Fiche 103. Critère R/POL4/DEV/BOU : réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des surverses polluantes R/POL5/DEV/ENS : Fiche 81. Critère R/POL5/DEV/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des déversements amont polluant les eaux de surface
POL7-DEB-TP-E/O-HYD : Fiche 59. Indicateur d'impact POL7-DEB-TP-E/O-BV : pollution des eaux de surface par des débordements de temps de pluie	R/POL7/DEB-TP/HYD : Fiche 47. Critère R/POL7/DEB-TP/HYD : réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux de surface
POL8-DEB-TSTP-E/O-BV : Fiche 60. Indicateur d'impact POL8-DEB-TSTP-E/O-BV : pollution des eaux de surface par des débordements de temps sec ou de temps de pluie	R/POL8/DEB/ENS : Fiche 85. Critère R/POL8/DEB/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des débordements amont polluant les eaux de surface R/POL9/DEB/BOU : Fiche 105. Critère R/POL9/DEB/BOU : réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des débordements à l'amont polluant les eaux de surface

(La fiche explicative de chaque indicateur ou critère est proposée en annexe 1)

6.14 L'IMPACT POLLUTION DU SOL ET DES EAUX SOUTERRAINES (PON)

Dans le Tableau 55, sont regroupés les indicateurs d'impact ainsi que les critères de réhabilitation concernant la pollution du sol et des eaux souterraines. Les indicateurs d'impact sont évalués en croisant un indicateur de dysfonctionnement avec l'indicateur de vulnérabilité : *V-SN-PON*, *vulnérabilité du sol et des eaux souterraines*.

Tableau 55 : étude de l'impact *pollution du sol et des eaux souterraines*

Indicateur d'impact	Critère(s) de réhabilitation utilisant cet indicateur
	<p>R/PON1/EXF : Fiche 34. Critère R/PON1 /EXF : réhabilitation pour exfiltrations préjudiciables à la qualité des eaux souterraines et des sols</p>
<p>PON1-DEB-TP-E/O-BV : Fiche 61. Indicateur d'impact PON1-DEBTP-E/O-BV : pollution des eaux souterraines par des débordements de temps de pluie</p>	<p>R/PON2/DEBTP/HYD : Fiche 49. Critère R/PON2/DEB-TP/HYD : réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux souterraines</p>
<p>PON2-DEB-TSTP-E/O-BV : Fiche 62. Indicateur d'impact PON2-DEB-TSTP-E/O-BV : pollution des eaux souterraines par des débordements de temps sec ou de temps de pluie</p>	<p>R/PON3/DEB/ENS : Fiche 87. Critère R/PON3/DEB/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des débordements à l'amont polluant les eaux souterraines</p>
	<p>R/PON4/DEB/BOU : Fiche 107. Critère R/PON4/DEB/BOU : réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des débordements amont polluant les eaux souterraines</p>

(La fiche explicative de chaque indicateur ou critère est proposée en annexe 1)

6.15 L'IMPACT NUISANCES D'ORIGINE HYDRAULIQUE (NUH)

Dans le Tableau 56, sont regroupés les indicateurs d'impact ainsi que les critères de réhabilitation concernant les nuisances d'origine hydraulique (inondations). Les indicateurs d'impact sont évalués en croisant un indicateur de dysfonctionnement avec l'indicateur de vulnérabilité : *V-URB-NUH, sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des débordements*.

Tableau 56 : étude de l'impact nuisances d'origine hydraulique

Indicateur d'impact	Critère(s) de réhabilitation utilisant cet indicateur
NUH1-DEB-TP-E/O-BV : Fiche 56. Indicateur d'impact NUH1-DEB-TP-E/O-BV : nuisances des débordements de temps de pluie	R/NUH1/DEB-TP/HYD : Fiche 51. Critère R/NUH1/DEB-TP/HYD : réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie préjudiciables
NUH2-DEB-TS-E/O-BV : Fiche 57. Indicateur d'impact NUH2-DEB-TS-E/O-BV : nuisances des débordements de temps sec	(intégré dans l'indicateur d'impact NUH3)
NUH3-DEB-TSTP-E/O-BV : Fiche 58. Indicateur d'impact NUH3-DEB-TSTP-E/O-BV : nuisances des débordements de temps sec ou de temps de pluie	R/NUH2/DEB-TSTP/BOU : Fiche 109. Critère R/NUH2/DEB-TSTP/BOU : réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des débordements préjudiciables
	R/NUH3/DEB-TSTP/ENS : Fiche 89. Critère R/NUH3/DEB-TSTP/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des débordements préjudiciables
	R/NUH4/DEB/BOU : Fiche 111. Critère R/NUH4/DEB/BOU : réhabilitation des causes de bouchages susceptibles de provoquer des débordements préjudiciables
	R/NUH5/DEB-TP/HYD : Fiche 53. Critère R/NUH5/DEB-TP/HYD : réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à un risque de débordements de temps de pluie préjudiciables

(La fiche explicative de chaque indicateur ou critère est proposée en annexe 1)

6.16 L'IMPACT NUISANCES DIVERSES (SUR LE TRAFIC...) (TRA)

Dans le Tableau 57, sont regroupés les indicateurs d'impact et les critères de réhabilitation concernant les nuisances diverses sur l'environnement urbain (y compris celles qui sont dues aux opérations d'exploitation) : atteintes à la sécurité ou à la fluidité du trafic (hors inondations), bruit, accès aux commerces. Les indicateurs d'impact sont évalués en croisant un indicateur de dysfonctionnement avec l'indicateur de vulnérabilité : *V-URB-TRA*, *sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des opérations d'exploitation et des travaux*.

Tableau 57 : étude de l'impact *nuisances diverses*

Indicateur d'impact	Critère(s) de réhabilitation utilisant cet indicateur
	R/TRA1/EFF : Fiche 159. Critère R/TRA1/EFF : réhabilitation pour risque de perturbations importantes dues à un effondrement
TRA1-ENS-E/O-T : Fiche 95. Indicateur d'impact TRA1-ENS-E/O-T : nuisances dues au curage	R/TRA2/ENS : Fiche 97. Critère R/TRA2/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des nuisances d'exploitation
TRA2-BOU-E/O-T : Fiche 112. Indicateur d'impact TRA2-BOU-E/O-T : nuisances dues aux bouchages et aux interventions y afférentes	R/TRA3/BOU : Fiche 114. Critère R/TRA3/BOU : réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des nuisances d'exploitation

6.17 L'IMPACT DOMMAGES AU BÂTI (DOB)

Deux dysfonctionnements sont en relation directe avec cet impact : l'exfiltration (pouvant être associée à des infiltrations dans un bâtiment) et l'effondrement du collecteur. (Rappelons que les dommages dus aux inondations sont étudiés avec l'impact NUH.) Les risques de dommages en cas d'effondrement sont représentés par l'indicateur de vulnérabilité : *V-URB-DOB-EFF*, *potentialité de dommages sur l'environnement bâti*.

Tableau 58 : étude de l'impact *dommages au bâti*

Indicateur d'impact	Critère(s) de réhabilitation utilisant cet indicateur
	R/DOB1/EFF : Fiche 157. Critère R/DOB1/EFF : réhabilitation pour risque de dommages par effondrement
DOB1-O-T : Fiche 36. Indicateur d'impact DOB1-O-T : infiltrations dans un bâtiment	R/DOB2/EXF : Fiche 38. Critère R/DOB2/EXF : réhabilitation pour exfiltrations provoquant des dommages au bâti

6.18 LES IMPACTS *SURCOÛTS D'EXPLOITATION DU RÉSEAU (CXR)* ET *SURCOÛTS D'EXPLOITATION DE LA STATION (CXS)*

Dans le Tableau 59, sont regroupés les indicateurs d'impact ainsi que les critères de réhabilitation concernant les surcoûts d'exploitation dus à l'état de santé du réseau.

On distingue des surcoûts d'exploitation de la station d'épuration, liés aux apports d'eaux parasites d'infiltration, et des surcoûts d'exploitation du réseau liés aux volumes d'eaux parasites et à la fréquence des interventions de curage ou de désobstruction de certains tronçons.

Les coûts liés aux interventions pour curage ou débouchage sont définis directement à l'échelle du tronçon. En l'absence d'estimation des apports à une échelle aussi fine, les coûts liés aux débits d'eaux parasites sont estimés globalement à l'échelle du bassin versant ou de l'ensemble du réseau, mais ils sont transposés à l'échelle du tronçon moyennant une hypothèse de répartition pour pouvoir être traités d'une manière comparable aux précédents (voir les indicateurs d'impacts CXS1-INF-E/O-BV et CXR1-INF-E/O-BV).

Tableau 59 : étude des impacts *surcoûts d'exploitation du réseau et surcoûts d'exploitation de la station d'épuration*

Indicateur d'impact	Critère(s) de réhabilitation utilisant cet indicateur
CXS1-INF-E/O-BV : Fiche 17. Indicateur d'impact CXS1-INF-E/O-BV : surcoût d'exploitation de station d'épuration attribuable à des apports d'eaux parasites d'infiltration	R/CXS/INF : Fiche 19. Critère R/CXS/INF : réhabilitation pour infiltrations contribuant à un surcoût d'exploitation de la STEP
CXR1-INF-E/O-BV : Fiche 21. Indicateur d'impact CXR1-INF- E/O-BV : surcoût d'exploitation du réseau dû aux EPI	R/CXR3/INF : Fiche 23. Critère R/CXR3/INF : réhabilitation pour infiltrations contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau
CXR2-ENS-E/O-T : Fiche 91. Indicateur d'impact CXR2-ENS-E/O-T : surcoût d'exploitation dû aux curages	R/CXR1/ENS : Fiche 93. Critère R/CXR1/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement entraînant des coûts de curage prohibitifs
CXR3-BOU-E/O-T : Fiche 116. Indicateur d'impact CXR3-BOU-E/O-T : surcoût d'exploitation dû aux interventions pour bouchage	R/CXR2/BOU : Fiche 118. Critère R/CXR2/BOU : réhabilitation des causes de bouchages contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau

(La fiche explicative de chaque indicateur ou critère est proposée en annexe 1)

6.19 L'IMPACT COÛT DE LA RÉDUCTION DE LA DURÉE DE VIE DES CONDUITES (CDV)

Dans le Tableau 60, sont regroupés les critères de réhabilitation concernant le coût d'une réduction de la durée de vie des conduites.

Ces critères correspondent à l'impact d'un vieillissement prématuré du collecteur, et sont donc évalués en croisant un indicateur de dysfonctionnement (dégradation accélérée par tel processus) avec l'indicateur de vulnérabilité : *V-CDV, facteurs de coût en cas de nécessité de remplacement de la conduite*.

Tableau 60 : étude de l'impact *coût de la réduction de la durée de vie des conduites*

Indicateur d'impact = Critère de réhabilitation
<p>R/CDV1/DSC : Fiche 129. Critère R/CDV1/DSC : réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite</p>
<p>R/CDV2/ATC : Fiche 137. Critère R/CDV2/ATC : réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par attaque chimique</p>
<p>R/CDV3/RAC : Fiche 143. Critère R/CDV3/RAC : réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par intrusion de racines</p>
<p>R/CDV4/ABR : Fiche 149. Critère R/CDV4/ABR : réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par abrasion</p>

(La fiche explicative de chaque critère est proposée en annexe 1)

PARTIE 3

PRATIQUES ACTUELLES ET MISE EN ŒUVRE DE L'APPROCHE PROPOSÉE

Cette troisième partie comprend deux chapitres, essentiellement consacrés aux données.

Le chapitre 7 « **Résultats de l'enquête réalisée auprès de gestionnaires français** » permet d'examiner les pratiques actuelles en France concernant la maintenance et la gestion du patrimoine réseaux d'assainissement, ainsi que les attentes des gestionnaires vis-à-vis d'outils d'aide à la gestion. L'étude des pratiques porte en particulier sur les données utilisées par les gestionnaires dans l'organisation de leurs activités de gestion du patrimoine.

Le chapitre 8 « **Données pour la gestion du patrimoine** » propose des orientations et des recommandations pour la gestion des données sur les patrimoines : données importantes, qualité requise, etc. Des exemples d'acquisition et de valorisation des données sont également proposés, issus des expériences des communautés urbaines de Strasbourg, de Lyon et de Lille.

Page gauche blanche

7. RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE RÉALISÉE AUPRÈS DE GESTIONNAIRES FRANÇAIS

Un questionnaire a été rédigé pour recueillir, auprès d'un petit nombre d'experts sensibilisés au besoin de rationalisation et d'amélioration des stratégies de gestion patrimoniale, des informations essentielles pour la connaissance des règles pratiques de gestion et pour la préconfiguration du simulateur de gestion projeté.

En effet, il était extrêmement important que cet outil permette d'intégrer les préoccupations réelles des acteurs confrontés quotidiennement à ce problème et tienne compte des stratégies actuelles, ne serait-ce que pour contribuer à les améliorer.

Le questionnaire n'avait pas pour but de juger telle ou telle stratégie, telle ou telle pratique, mais simplement de recueillir les informations formalisées les plus proches du terrain. Ceci nous a permis **de mieux préciser les contours de l'outil à concevoir, mais aussi de le nourrir de règles et de procédures représentatives des procédures réelles** (critères de choix, arbitrage entre priorités, pratiques et raisons de ces pratiques...).

Le document de synthèse a été établi à partir des réponses fournies par 20 collectivités (dont Marseille, Bordeaux, Strasbourg, Nantes, Nancy, Caen, Rouen) rassemblant environ 4 millions d'habitants. Le kilométrage total de réseau concerné est de 9690 km, soit environ 5 % du linéaire non visitable estimé en France¹⁴. Sans affirmer la représentativité statistique de l'échantillon ainsi constitué, il nous semble raisonnable d'extrapoler certains des ratios obtenus, et de considérer que les règles proposées fournissent une première image des pratiques courantes dans les collectivités sensibilisées au problème de la gestion du réseau d'assainissement.

Les réponses fournies ont été synthétisées et regroupées. Elles sont classées par ordre de fréquence, selon le code suivant : (■■■) critère fréquemment cité, (■■) critère couramment cité, (■) critère rarement cité.

¹⁴ Estimation, à l'échelle nationale, du linéaire non visitable : 250 000 km (hors pluvial) x 75 % de non visitable, soit 187 500 km.

7.1 LA CONNAISSANCE DU PATRIMOINE NON VISITABLE

Il est difficile de faire des statistiques sur un échantillon aussi disparate de données, dont on ne peut extraire que quelques tendances générales.

Les réseaux concernés mesurent de moins de 10 km pour le plus petit à 3500 km. Le pourcentage de réseau unitaire est très variable : certains réseaux sont totalement séparatifs, d'autres, y compris dans des grandes villes, unitaires à plus de 50 % (la moyenne est d'environ 30 %). Les réseaux sont presque exclusivement (98 %) gravitaires.

Les pourcentages du linéaire de réseau faisant annuellement l'objet de réhabilitation, inspection télévisée et curage d'entretien sont en moyenne¹⁵, respectivement, de 0,3 %, 5 % et 15 %.

Les disparités dans les fréquences de curage (le linéaire curé dépasse 30 % dans quatre collectivités) traduisent probablement des différences dans les objectifs de gestion (objectifs de moyens ou objectifs de résultats), mais que l'on ne peut pas corrélérer simplement ni au mode de gestion, ni aux caractéristiques globales du réseau (part de l'unitaire).

On notera que la fréquence de réhabilitation correspond à une durée de vie théorique de plus de 300 ans, très certainement beaucoup plus élevée que la durée de vie réelle.

Si l'on estime grossièrement les enjeux financiers, à partir de coûts unitaires de base (500 euros/ml de réseau réhabilité, 10 euros/ml d'inspection et 3 euros/ml de curage), on est conduit aux sommes suivantes pour l'ensemble du réseau national (sur la base de 187 500 km de réseaux non visitables) :

- coût annuel de la réhabilitation = 281 millions d'euros
- coût annuel des inspections télévisées = 94 millions d'euros
- coût annuel de l'entretien (conduites seules) = 83 millions d'euros

Le degré de connaissance du réseau et de son environnement urbain varie fortement entre les collectivités, et les variables documentées ne sont pas toujours les mêmes. L'analyse des réponses permet cependant de classer les variables en fonction de la fréquence de leur documentation. Le Tableau 61 résume ces résultats.

¹⁵ Les chiffres ne varient que légèrement selon que l'on calcule une moyenne des pourcentages ou un pourcentage moyen sur l'ensemble des linéaires.

Tableau 61 : fréquence de documentation des variables

Fréquence de documentation	Données physiques	Données sur l'environnement	Données sur l'histoire	Données sur l'état
80 à 100 %	Diamètre, nature des effluents	Type d'occupation de la surface, Position / chaussée		Variable selon données
60 à 79 %	Matériau		Historique des interventions	
40 à 59 %	Profondeur, pente	Type de chaussée	Date de pose	
20 à 39 %		Intensité du trafic, Environnement géologique		
< 20 %		Nature du remblai, Position / nappe	Qualité de pose	

On remarque que des données aussi essentielles que la date de pose sont très mal connues (une seule collectivité en affiche une connaissance complète). L'environnement souterrain (sol de tranchée, nappe) et la qualité des travaux sont très mal connus. Dans la mesure où ces paramètres peuvent conditionner la dégradation du réseau, mais peuvent aussi jouer sur la vulnérabilité du milieu, les gestionnaires devraient viser à mieux les connaître.

Dans l'optique de la mise au point d'outils d'aide à la gestion, le support d'archivage a aussi une grande importance. Il est cependant difficile, à la seule lecture des réponses au questionnaire, de savoir dans quelle mesure les différents supports cités (fichiers, SIG, plans...) peuvent être aisément interfacés. Le SIG circulation peut, par exemple, être totalement distinct du SIG sols, et donc l'interfaçage avec les données 'chaussée' ou 'trafic' non immédiat.

Quels indicateurs directs ou indirects utilisez-vous pour apprécier l'état du réseau ?**à l'échelle du tronçon**

Indicateurs directs

— Observations	■ ■ ■
— Dont ITV	■ ■
— Dont état constaté, retour des agents	■ ■
— Exploitation	■ ■ ■ ■
— Fréquence de curage, interventions	■ ■
— Constat de dysfonctionnement hydraulique (débits, écoulements, niveau de charge...)	■ ■

Indicateurs indirects

— Plaintes, odeurs	■ ■
— Détérioration de la voirie, affaissement	■

Présomptions basées sur :

— L'âge	■ ■
— Le matériau	■ ■
— Le contexte local ou historique	■

à l'échelle du réseau

— Fonctionnement hydraulique	
— Débits à la STEP, volumes d'eaux parasites (horocompteurs)	■ ■ ■
— Fiabilité d'exploitation, volume des refus solides, H ₂ S	■
— Présomption de l'état	
— Réseaux anciennement privés, anciennement E.P. (transformés en E.U.)	■

à une échelle intermédiaire (à préciser)

— bassin versant (p.ex. attachés à un poste de relèvement)	■ ■
— zone d'urbanisme particulier (selon tranches d'âge des constructions)	■ ■
— type de sol	■
— zones liées à des projets (voirie, aménagement)	■
— zones définies par des fréquences d'opérations curatives	■

Le cas échéant, comment et à partir de quelles données sont construits ces indicateurs ?

— Données issues de l'exploitation	
— Fréquence des interventions d'entretien ou curatives, casses	■ ■
— Résultats de curage (temps, quantité)	■ ■
— Fonctionnement du réseau (temps de pompage)	■
— Étude diagnostic (débits d'orage)	■
— Issus de présomptions	
— Basées sur l'âge et le type d'urbanisme	■

7.2 LES PROCÉDURES DE DÉCISION

Quels sont les critères (décisifs et associés) qui vous amènent à lancer une ITV ou à juger de son ordre de priorité ?

... en situation courante ?

— ITV réactive	
— Dysfonctionnements hydrauliques et problèmes d'exploitation (engorgements répétés, curage inefficace, plaintes fréquentes)	■ ■ ■
— Danger manifeste (affaissement ou effondrement de chaussée)	■ ■
— ITV de contrôle	
— Réception de travaux neufs	■ ■
— Vérification de l'intégrité sur demande externe	■
— Intégration dans le domaine public	■

... lors de travaux à proximité ?

— constat avant travaux (réfection ou aménagement de voirie, travaux urbains à proximité, extension du réseau, grand programme d'infrastructures)	■ ■ ■
— coordination avec d'autres intervenants du sous-sol	■ ■ ■

... dans le cadre d'un programme organisé d'ITV ?

Un programme organisé n'existe que dans moins de la moitié des collectivités ayant répondu. Il est alors établi :

— En liaison avec ou en complément d'une étude diagnostic	■ ■
— En liaison avec des grands projets d'infrastructures	■
— En fonction de l'âge	■

... dans d'autres situations (à préciser) ?

— en fin de garantie décennale	■ ■
— pour des recherches spécifiques (branchement, repérage du tracé, vérification de l'intégrité structurelle)	■

Quels sont les critères (décisifs et associés) qui vous amènent à décider d'une action de surveillance/suivi ou à juger de son ordre de priorité ?

... en situation courante ?

— suite à des dysfonctionnements hydrauliques (débits faibles, curage difficile ou important, opérations curatives régulières)	■ ■
— suite à des interventions extérieures (plaintes des usagers, information des entreprises, demande externe)	■ ■
— pour contrôle (suite à rénovation, pour contrôle de la qualité et de la quantité des effluents)	■
— pour suivre l'évolution de l'état structurel	■

... lors de travaux à proximité ?

— oui, pour établir un état de lieux et faire un suivi (lors de grands travaux, selon la nature des travaux et l'état du réseau)	■ ■
— en fonction d'opportunités de voirie	■

... dans le cadre d'une étude diagnostic ?

— oui (sans précisions)	■ ■
— pour contrôler le fonctionnement des équipements (débits, temps de fonctionnement)	■ ■
— pour suivre les dysfonctionnements hydrauliques (écoulements, eaux parasites)	■
— pour sélectionner les tronçons les moins endommagés	■

.... autre situation (à préciser) ?

— choix d'une période particulière (orages, crues, saison estivale)	■ ■
— en cas de pollution avérée	■ ■

Quels sont les critères (décisifs et associés) qui vous amènent à lancer une opération de curage ou à juger de son ordre de priorité ?

... en situation courante ?

— Dans le cadre d'un entretien préventif systématique (planning annuel ou pluriannuel sectorisé)	■ ■ ■
— Dans le cadre d'un entretien préventif ciblé (zones à risques, usagers industriels, quartiers 'sensibles', zones 'connues')	■ ■
— Pour la préparation des ITV	■ ■
— Suite à un contrôle visuel	■

... suite à des dysfonctionnements ?

— oui, systématique en urgence	■ ■
— suite à des dysfonctionnements hydrauliques (bouchage, mise en charge, débordements, graisses)	■ ■
— suite à des plaintes, des odeurs	■
— suite à l'affaissement de chaussées	■

... autre situation (à préciser)

— dans le cadre de la surveillance accrue d'un tronçon	■
— pour nettoyage après pollution ou désordres causés par des travaux	■

Quels sont les critères (décisifs et associés) qui vous amènent à programmer des travaux planifiés ou à juger de leur ordre de priorité ?

...lors de travaux à proximité ?

— oui, sans précisions	■ ■
— oui, pour des travaux ou des opérations de voirie :	■ ■ ■
— selon l'état, l'histoire du réseau, les dysfonctionnements constatés	■ ■
— selon l'âge du réseau	■ ■
— selon l'importance de la voirie à construire	■
— pour modifier les caractéristiques du réseau	■
— dans les zones à problèmes	■

... après inspection ITV ?

— oui, sans précisions	■
— oui, selon :	■ ■ ■
— l'importance des désordres, la fréquence des casses	■ ■ ■
— l'intensité des conséquences potentielles (selon impact, si risque d'éboulement)	■
— le risque d'interdire à court terme des solutions de réhabilitation en interne	■

... suite à des dysfonctionnements ?

— oui, sans précisions	■
— oui, suite à des dysfonctionnements hydrauliques :	■ ■ ■
— répétés au même endroit (bouchages, débordements, eaux parasites)	■ ■
— en fonction des nuisances engendrées dans le voisinage	■
— si le réseau est sous-dimensionné	■
— après localisation précise et identification des défauts	■

... autre situation (à préciser) :

— suite à une étude diagnostic	■
— dans le cadre d'une mise en conformité d'un quartier	■
— dans le cadre d'un programme pluriannuel (suppression des ECP)	■
— en coordination générale avec la voirie	■

Quels sont les critères (décisifs et associés) qui vous amènent à effectuer des travaux en urgence ?

Critères techniques

— dysfonctionnements hydrauliques :	
— obturation importante	■ ■ ■
— fuites systématiques, eaux parasites	■
— débordements répétés	■
— dysfonctionnements structurels :	
— effondrement, éboulement de chaussée, casse	■

Autres critères

— risques :	
— risques d'effondrement, risques pour les riverains	■ ■
— impact, nuisances :	
— nuisances pour les riverains, pour l'environnement, dysfonctionnements gênants pour les riverains, plaintes	■ ■
— sensibilité de la portion de réseau	■
— proximité d'aménagements sensibles (voirie à fort trafic, hôpital, industriels)	■

7.3 LES ÉCHELLES DE DÉCISION

Il vous arrive de mener des actions à une échelle dépassant celle des tronçons. Quels critères supplémentaires (décisifs et associés) intégrez-vous pour décider de ces actions ?

... dans le cadre de la programmation d'ITV ?

— zone concernée par un programme d'aménagement (voirie, grand chantier d'infrastructures)	■ ■
— logique de bassin versant (sens d'écoulement)	■
— périmètre de captage d'eau potable	■

... dans le cadre de la programmation de la surveillance ?

— milieu récepteur sensible	■
— quartier (mise en conformité, fonctionnement global)	■

... dans le cadre de la programmation de curage ?

— entretien préventif sectoriel	■ ■
— zonage par la densité des opérations curatives, points noirs	■
— zones plus ou moins sensibles (captage E.P.)	■

... dans le cadre de la programmation de travaux planifiés ?

<i>Influences fortes des contraintes budgétaires, des informations de l'étude diagnostic, de la 'connaissance du réseau'. Les zones peuvent être définies en fonction de l'analyse des fiches d'entretien et conditionnées par l'existence de travaux lourds programmés (p. ex. réfection de la station d'épuration)</i>	■ ■
--	-----

7.4 L'ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES INTERVENTIONS

Évaluez-vous l'efficacité technique des interventions ? Si oui, par quels moyens ?

— En ITV :	
— Par la qualité des rapports et la précision des données	■
— En surveillance	
— Par la diminution du temps de fonctionnement des pompes	■
— Par le suivi des réclamations	■
— En curage, à court terme :	
— Par le rétablissement des fonctions (bon débit, bon fonctionnement hydraulique)	■ ■
— Par les rapports ITV	■ ■
— Par l'analyse des volumes extraits	■
— En curage, à moyen terme :	
— Par la diminution du nombre d'interventions curatives	■ ■
— Par la diminution du nombre de plaintes	■
— En travaux, en réception de travaux :	
— Par la mise en œuvre d'un PAQ	■
— Par les essais de réception (contrôle compactage, essais d'étanchéité, contrôle qualité de pose)	■ ■
— En travaux, à court terme :	
— Par le rétablissement des fonctions (bon débit, bon fonctionnement hydraulique)	■ ■
— Par une mise en service rapide et efficace, et l'absence de problèmes au démarrage	■
— En travaux, à moyen terme :	
— Par le rétablissement de fonctions correctes (bonne évacuation, suivi des écoulements, réduction des débits à la STEP, suppression des pollutions)	■ ■ ■
— Par la satisfaction des usagers (diminution des plaintes)	■

7.5 LA PROGRAMMATION DES ACTIONS

Comment prévoyez-vous l'évolution, en termes d'état et de performances de votre patrimoine réseau ?

- La formulation, sans doute trop imprécise, de la question, n'a pas conduit à formuler des réponses réellement exploitables.
- Il n'existe apparemment pas à ce jour de modèle prédictif d'évolution opérationnel.
- On note :
 - le **besoin de prédire** (planifier la réhabilitation, programmer les ITV, concevoir la surveillance) ;
 - l'existence d'**éléments de classification ou de hiérarchisation**, par évaluation / notation des états physiques ;
 - le recours à des **indicateurs permettant le suivi** (plus que la prédiction) par recueil d'éléments disparates (plaintes, dysfonctionnements divers, fréquence des opérations, gestion des effluents...).

Quels objectifs en termes de performances visent vos stratégies de programmation et à quel horizon sont-elles établies ?

Stratégie de programmation des ITV :

— Pour certaines collectivités, la stratégie est affichée :	
— la connaissance de l'état du patrimoine (échéance 7 – 10 ans), et	■ ■
— la planification du pourcentage de travaux nécessaires	■
— Pour d'autres, l'ITV est uniquement réactive , la stratégie est encore à établir ou relève même du vœu pieux	■
— Enfin, l'ITV pourrait être utilisée, dans le futur en programmant la période optimale de retour.	■

Stratégie de programmation de la surveillance :

— La surveillance est mise en œuvre à des fins de meilleure connaissance du réseau, dans le cadre de :	■ ■
— La mise en conformité des branchements,	■
— Le passage de conventions avec les industriels,	■
— Le traitement des points singuliers	■
— Elle repose sur la connaissance précise du fonctionnement du réseau, de la qualité des effluents. Elle permet de diminuer la fréquence des ITV.	■
— Elle pourrait, à terme, permettre d'établir les limites admissibles du fonctionnement hydraulique et structurel.	■

Stratégie de programmation du curage

— Le curage est trop souvent réactif	■ ■
— Son utilisation programmée vise à :	
— Maintenir le réseau en parfait état,	■
— Traiter les points singuliers du réseau,	■
— Réduire et, à terme, supprimer le curage curatif (suite aux dysfonctionnements).	■ ■
— Les objectifs plus ambitieux sont :	
— D'établir le planning d'entretien des points sensibles	■
— D'optimiser la fréquence de curage pour limiter les risques de dysfonctionnement (atteinte d'un 'profil d'équilibre' de l'état d'envasement).	■

Stratégie de programmation des travaux de réhabilitation :

— Quand ils ne sont pas réactifs, les travaux sont souvent consécutifs aux ITV, éventuellement conditionnés par des opportunités.	■ ■
— La stratégie de travaux vise à :	
— Améliorer le fonctionnement du réseau (diminution des inondations) ;	■
— Améliorer l'efficacité, en intervenant avant ruine ;	■
— Étancher le réseau (élimination des eaux pluviales, étanchéification vis-à-vis des infiltrations d'eau de mer...).	■ ■
— A terme, les objectifs visés sont :	

— Une hiérarchisation des travaux à entreprendre (elle est balbutiante et repose sur des critères pas toujours validés),	■ ■
— Une annualisation des investissements.	■
— Enfin, il serait souhaitable d'établir les limites admissibles en matière structurelle, pour intervenir de façon optimale.	■

Hormis une insuffisance budgétaire, quels éléments (décisifs et associés) conduisent à remettre en cause une programmation établie ?

La programmation des ITV peut être remise en cause par :

— Des urgences ailleurs (p.ex. préparer un nouveau programme de réhabilitation),	■ ■
— Des impossibilités techniques (obstruction, panne, manque de personnel),	■ ■
— Les conditions météorologiques (orages, crue),	■
— Des problèmes de coordination des intervenants (permissions de voirie, disponibilité du fermier),	■
— La connaissance d'éléments supplémentaires, issus des fiches d'entretien, rendant inutiles les ITV (la fiche révèle que l'état est parfait ou que les travaux sont urgents).	■

La programmation de la surveillance peut être remise en cause par :

— Des impossibilités techniques (obstruction),	■
— Les conditions météorologiques (orages, crue),	■
— Des problèmes de coordination des intervenants (disponibilité du fermier),	■
— La connaissance d'éléments supplémentaires, rendant inutile la surveillance (pas de problème de fonctionnement, de pollution...).	■

La programmation du curage peut être remise en cause par :

— Des urgences ailleurs (p.ex. préparer un nouveau programme de réhabilitation),	■ ■
— Des impossibilités techniques (obstruction, panne, manque de personnel),	■
— Les conditions météorologiques (gel, orages, crue),	■ ■
— La connaissance d'éléments supplémentaires, issus de la fiche d'entretien précédente (curage facile, faible volume curé), rendant inutile l'opération.	■

La programmation des travaux peut être remise en cause par :

— Des urgences ailleurs (p.ex. travaux à effectuer après ITV),	■ ■
— Les choix des élus et les changements de priorité dans la politique d'aménagement,	■ ■
— La mise en œuvre de grands projets d'aménagement et d'urbanisme,	■
— Des problèmes de coordination des intervenants (permissions et coordination de voirie, disponibilité du fermier, conflits ou opportunités liés au foncier),	■ ■
— Les conditions météorologiques.	■
Si les travaux sont déprogrammés, les tronçons concernés peuvent faire l'objet d'un suivi attentif.	■

7.6 LES CONTOURS D'UN OUTIL D'AIDE AU GESTIONNAIRE¹⁶

Que souhaiteriez-vous que l'outil d'aide au gestionnaire vous apporte ?

Pour l'aide à la connaissance du patrimoine

... en termes d'estimation de l'état actuel et de la valeur du patrimoine :

— La première aide concrète concerne l'archivage et la visualisation des données :	■ ■ ■
— relatives à l'historique des ouvrages et des problèmes rencontrés,	■ ■
— relatives au fonctionnement et dysfonctionnements du réseau,	■
— relatives aux anomalies et aux coûts des désordres.	■ ■
— Cela permettra par exemple :	
— D'identifier les points critiques et leurs conséquences,	■
— De situer le réseau par rapport à des objectifs en matière d'assainissement,	■
— D'évaluer la valeur patrimoniale du système,	■
— De définir les paramètres pour lesquels il faut faire un effort de documentation (pour les valeurs passées en archives, pour les valeurs futures en précisant les modes de recueil ainsi que pour les paramètres gérés par des services différents).	■

... en termes de prévision de l'état et des performances :

— L'outil devrait permettre le développement et la validation de modèles d'évolution temporelle de l'état physique et des performances (modèles de vieillissement).	■ ■
— Il en découlera l'évaluation des durées de vie résiduelle et des valeurs financières, ainsi que la possibilité de se positionner par rapport à un référentiel théorique.	■ ■

... autres (à préciser)

Le modèle devrait permettre :

— De simuler l'évolution technique et fonctionnelle du système pour différents scénarios de renouvellement et de réhabilitation,	■ ■
— D'évaluer les coûts correspondants et l'évolution de la valeur patrimoniale.	■

Pour l'aide à la décision

... pour classer en termes de priorités des interventions ponctuelles sur le réseau

— Les gestionnaires attendent la possibilité de hiérarchiser les tronçons de réseau en fonction de l'intensité des désordres structurels et hydrauliques (notes de qualité, espérance de vie, classes d'état).	■ ■
— Un guide des interventions souhaitables, selon l'état du réseau, et tenant compte de l'intervention d'autres acteurs urbains, serait un apport intéressant.	■

¹⁶ Les réponses à cette partie du questionnaire sont plus dispersées car les questions étaient plus ouvertes.

... pour justifier du bien-fondé d'une intervention ponctuelle sur le réseau

On devrait pouvoir :

— évaluer les surcoûts des actions anticipées liées à des programmes lourds,	■
— étudier le cas d'une modification de la vocation d'un secteur ou du mode de fonctionnement du réseau, juger de l'efficacité d'un renforcement de réseau.	■

... autres (à préciser)

— On aimerait disposer de valeurs et de ratios pour situer le réseau par rapport à une référence.	■
---	---

Pour l'aide à la programmation

... pour optimiser des interventions

La demande principale est celle d'un planning optimisé :	■ ■
— définissant les priorités en termes d'entretien et de rénovation,	■ ■
— coordonnant les interventions avec celles d'autres services urbains.	■

... pour être capable de traduire des objectifs d'amélioration en termes de programmation d'actions

L'outil devrait être capable de simuler les évolutions des performances consécutives à des dépenses d'investissement et de renouvellement.	■
--	---

Sous quelles formes souhaiteriez-vous que les résultats et les justificatifs soient produits ?

Les gestionnaires sont intéressés par des produits présentés sous des formes diverses : fichiers informatiques, sorties graphiques et histogrammes, tableaux de synthèse, cartographie et plans. L'interfaçage avec un SIG permettrait de remplir l'ensemble de ces fonctions.	■ ■ ■
--	-------

Page gauche blanche

8. DONNÉES POUR LA GESTION DU PATRIMOINE

8.1 ORIENTATIONS POUR LA GESTION DES DONNÉES SUR LE PATRIMOINE

La méthodologie RERAU peut sembler très exigeante en données. En réalité l'élaboration de cette méthodologie s'est appuyée sur la constatation que de nombreuses sources potentielles de données de différentes natures existaient, et qu'il serait utile de chercher à les valoriser pour la gestion du patrimoine. Ainsi des indicateurs ont-ils été construits pour intégrer des informations provenant du curage, des interventions sur le réseau, de l'autosurveillance, etc.

Lors de l'application de la méthode, ces informations se complètent voire se substituent les unes aux autres. Il s'agit en fait de compenser le caractère lacunaire ou imprécis de chaque type d'information en mettant à contribution tous les types d'information disponibles. Dans un premier temps on utilisera la méthode en la limitant aux informations effectivement et facilement disponibles. Selon la richesse de ces informations, on pourra ensuite envisager de les compléter par de nouvelles investigations ou par l'exploitation de données d'archives.

Pour son application opérationnelle, la méthodologie RERAU s'appuiera donc sur une base de données alimentée par des informations également utilisées pour d'autres applications. En pratique ce partage d'information sera vraisemblablement réalisé par l'interfaçage entre différentes bases de données. Il s'agira par exemple d'un SIG contenant des informations descriptives sur les collecteurs et sur l'espace urbain, d'une base de données relatives aux curages, d'une autre dédiée à la gestion des interventions sur réseau, d'une base de données contenant des résultats de mesure, etc.

Il ne s'agit pas ici de spécifier ces différents systèmes, ni même une base de données unique permettant d'accueillir toutes ces informations et de les rendre disponibles pour un applicatif de gestion du patrimoine. Mais on peut préciser quelques orientations facilitant ce partage des données. Il est probable que les applications déjà en place ne satisfont pas tous ces principes. On devra alors étudier au cas par cas les possibilités d'évolution de ces applications pour que les saisies à venir satisfassent aux besoins de la gestion patrimoniale.

8.1.1 Références

Le principe directeur d'une base de données est de permettre la mise en relations d'informations relatives à une même entité. Lorsque les informations sont réparties entre plusieurs bases de données, cette mise en relation peut être obtenue par l'utilisation de référentiels communs. Ces référentiels peuvent être constitués par la définition des objets auxquels sont attachées les données, et/ou par la définition de références spatiales ou temporelles moins spécifiques.

8.1.1.1 Localisation

La méthodologie RERAU fait massivement référence à la notion de « tronçon », désignant une longueur de collecteur homogène en dimensions, matériau, date de pose, environnement... En réalité le tronçon correspond davantage à une entité géographique qu'à une entité matérielle constituée par un ensemble d'ouvrages (éléments de canalisation, regards, branchements...). Aussi on préférera utiliser la notion de nœud pour délimiter un tronçon, même si en pratique on limite la longueur d'un tronçon à celle définie par deux regards consécutifs, ce qui satisfait en général au critère d'homogénéité. Il importe que les différentes bases de données utilisées (y compris celles qui seraient relatives à la voirie) utilisent des définitions de tronçons à peu près homogènes, même si certains ajustements de détails (regroupement ou rescindements) peuvent s'avérer nécessaires.

8.1.1.2 Datation

Il importe de dater un maximum d'informations. Pour un tronçon, la date de pose, même approximative, est une information importante. Elle permet non seulement d'appréhender le vieillissement mais également d'évaluer un risque de défaut, voire d'inférer certaines caractéristiques techniques. Par ailleurs la date est un bon moyen d'attacher plusieurs informations de même nature, ou liées entre elles, à un même objet. Ainsi la date d'une ITV est extrêmement utile, et permet par exemple d'identifier une ITV de réception (par une date proche et postérieure à une date de pose ou de réhabilitation), et de suivre l'évolution d'un tronçon à partir d'ITV successives.

8.1.2 Codification

Une information n'est exploitable que si elle est codifiée, autrement dit si la même modalité d'une information est toujours enregistrée sous la même forme. C'est à cette condition que peuvent ensuite être réalisés des tris, permettant de sélectionner tous les objets pour lesquels une modalité particulière est observée. En pratique la codification se traduit par des saisies effectuées sous forme de choix dans une liste pré-établie, et surtout pas sous la forme de texte libre.

Si des données sont déjà disponibles selon une certaine codification, et que l'on souhaite mettre en place une nouvelle codification (en général plus précise), il faudra établir des règles de correspondance. Les ITV sont déjà codifiées (guide AGHTM et norme NF EN 13508-2), et une table de correspondance entre les deux codifications a

été établie. La même norme propose aussi des codifications pour les caractéristiques des collecteurs (forme, dimension, nature, matériau...). En revanche certains types d'informations sont souvent peu codifiés dans les bases de données existantes. C'est en particulier le cas pour les interventions en réseau, souvent traitées dans le cadre de la gestion des plaintes, où l'accent est mis sur la relation avec le client plus que l'identification de défauts ou de dysfonctionnements. Notons à ce sujet que la méthodologie RERAU s'appuie sur la notion d'intervention plutôt que sur celle de plainte. En effet on a pu constater que les plaintes étaient peu spécifiques, et ne concernaient qu'en minorité le fonctionnement du réseau collectif. Dans tous les cas, c'est l'intervention de l'exploitant qui permet d'identifier le problème, de le localiser précisément, et d'y apporter une solution curative, et ce sont ces informations qui peuvent être exploitées pour la gestion du patrimoine.

Les données quantitatives sont par nature codifiées, à condition qu'il n'y ait pas d'ambiguïté sur la grandeur mesurée, ni sur ses unités !

8.1.3 Qualité des informations

8.1.3.1 Critères de qualité

La qualité des informations peut se décliner selon différents critères.

Exhaustivité : c'est le taux de couverture, ou la proportion d'objets sur lesquels on dispose d'une information d'un type donné par rapport au nombre total d'objets concernés par ce type d'information.

Représentativité : elle ne peut être définie que par rapport à une répartition préalable des objets en catégories. La représentativité est alors la répartition dans ces catégories des objets pour lesquels on dispose d'un certain type d'information, comparée à la répartition dans ces catégories de l'ensemble des objets. Par exemple la représentativité des ITV vis-à-vis de l'âge des collecteurs à la date de l'ITV est biaisée par les ITV de réception. Un aspect particulier de la représentativité concerne les observations de dysfonctionnements de nature hydraulique (débordement, déversement, mise en charge, ensablement) pour lesquels il serait utile de disposer d'information sur le contexte hydraulique au moment de l'observation, voire sur une période la précédant (hauteur de précipitation sur une durée donnée, période de temps sec).

Précision : c'est le niveau de détail des informations saisies pour un objet. Par exemple une ITV codée selon la codification AGHTM est moins précise qu'une codification utilisant tous les niveaux de description de la norme NF EN 13508-2. La précision peut également concerner l'échelle de la description : un relevé repéré en abscisse de chaque défaut d'un tronçon de collecteur est plus précis qu'un cumul à l'échelle du tronçon, qui lui-même est moins précis qu'une évaluation globale de l'état à cette même échelle. La précision englobe la prise en compte des informations négatives : l'absence de défaut est une information, malheureusement rarement notée explicitement. Enfin la précision porte non seulement sur les informations relatives à un objet mais sur la définition de cet objet lui-même, ou sur la localisation géographique correspondante.

Fiabilité : elle correspond à l'exactitude des informations, compte tenu de leur précision. Certaines informations très précises peuvent s'avérer peu fiables ! (des cotes altimétriques par exemple). On peut assimiler à la fiabilité des informations la question des références utilisées dans l'évaluation de données peu précises : par exemple l'état d'un collecteur qualifié globalement n'aura pas la même interprétation selon que cette qualification aura été faite dans un contexte de réception ou de contrôle à échéance de la garantie.

Homogénéité : c'est un aspect particulier de la représentativité, qui prend en compte non seulement la présence d'information, mais aussi sa précision et sa fiabilité pour étudier sa répartition en fonction de catégories pré-établies.

8.1.3.2 Contextualisation

Il n'est pas aisé d'évaluer tous les aspects de la qualité de chaque information contenue dans une base de données. Une première approche peut cependant être réalisée si on précise pour chaque information les circonstances de son acquisition. Les circonstances concernent la cause de l'acquisition (réception, contrôle, instruction de plainte, acquisition systématique, diagnostic, etc.), les moyens mis en œuvre, l'organisme responsable de cette acquisition, ainsi que le contexte hydrologique (intensité de pluie, état des nappes, durée de temps sec...).

8.1.4 Des données aux bases de données

De nombreuses données peuvent être déjà recueillies et archivées sans pour autant être exploitables via des bases de données. La question se pose alors de construire ces bases de données et surtout d'y saisir les données archivées. Bien que le travail nécessaire à la saisie « rétrospective » semble souvent démesuré, il peut néanmoins être envisagé aux conditions suivantes :

- les données archivées sont suffisamment précises et fiables ;
- la base de données a été conçue de manière à pouvoir accueillir ces données ;
- le personnel chargé de ce travail a une formation lui permettant d'interpréter le contenu des dossiers ;
- l'intérêt de la saisie des données relatives à un objet particulier est hiérarchisé en fonction des autres données déjà disponibles sous forme accessible.

8.2 QUELLES DONNÉES ?

L'objet de cette section est de synthétiser les propositions formulées dans le chapitre 6, en établissant un bilan des informations utiles - voire nécessaires - pour alimenter un tableau de bord dédié à la gestion du patrimoine.

Le Tableau 62 définit les informations de base pour l'évaluation des indicateurs. Le Tableau 64 reprend l'ensemble des indicateurs de premier niveau définis dans ce guide en précisant les données sources utilisées pour l'évaluation de chacun.

Tableau 62 : informations de base, pour l'évaluation des indicateurs

Informations ⁽¹⁷⁾		Commentaires
		* (code) et classification dans la norme NF EN 13508-2
A) informations générales, attachées à un tronçon		
Identifiant du tronçon	Id_Tr	
Id. du nœud amont	Id_N1	
Id. du nœud aval	Id_N2	
Maître d'ouvrage	M_ouvrage	* (AAM) nom de l'autorité responsable
Exploitant	Exploitant	
Position stratégique	Pos_strat	* (ACK) code alphanumérique défini par l'autorité responsable, décrivant l'importance stratégique de la canalisation dans le réseau
Longueur du tronçon	Lg_Tr	
Forme de la section transversale	Forme	* (ACA) ; classification de la norme NF EN 13508-2 : <i>circulaire (A), rectangulaire (B), ovoïde (C), en U (D), en arc (E), ovale (F)</i>
Hauteur de la section	H	* (ACB)
Largeur de la section	L	* (ACC)
Matériau	Mat	* (ACD) matériau constituant la structure du collecteur. Pour la classification de la norme NF EN 13508-2 : voir le tableau 62.
Classe du matériau	Cl_Mat	
Type de revêtement	Type_Rev	* (ACE) si la canalisation a été revêtue, se reporter à la classification de la norme 13508-2.
Matériau de revêtement	Mat_Rev	* (ACF) voir la classification de la norme NF EN 13508-2
Type de collecteur	Type	* (ACI) classification de la norme NF EN 13508-2 : <i>gravitaire (A), conduite de relèvement (B), ou plus de détails</i>
Utilisation du collecteur	Utilisation	* (ACJ) ; classification de la norme NF EN 13508-2 : <i>collecteur d'eaux usées uniquement (A), collecteur d'eaux de surface uniquement (B), collecteur de type unitaire (C), collecteur d'eaux usées industrielles (D), cours d'eau avec ponceau (E)</i>
Profondeur amont	Prof_am	
Profondeur aval	Prof_av	
Pente	Pente	
B) informations sur l'historique, attachées à un tronçon		
Année de mise en service	Date_Pose	* (ACM) année approximative de mise en service, soit sous forme d'année unique (par ex. 1970), soit sous forme de période (par ex. 1970-1979).
Conditions de pose	Cond_Pose	
	Ref_doc_pose	Référence de document

¹⁷ Codes repris dans le *Tableau 64 – Indicateurs simples*, afin de préciser les informations utilisées pour l'évaluation de chaque indicateur.

Informations ⁽¹⁷⁾		Commentaires
		* (code) et classification dans la norme NF EN 13508-2
Terrain naturel	Nature_TN	
Classe du remblai	Classe_Remb	
Matériau d'enrobage	Mat_Enrob	
Technique de pose	Tech_Pose	
Investigation	Date_Invest	Date de l'investigation
	Nature_Invest	Nature de l'investigation : <i>[inspection visuelle, test d'étanchéité à l'air, ... , auscultation mécanique, auscultation géophysique]</i>
	Motif_Invest	Motif de l'investigation, selon la nature de l'investigation. * Pour une inspection visuelle (ABP) : <i>[contrôle final d'une nouvelle construction (A), fin de la période de garantie (B), inspection de routine de l'état (C), problème structurel suspecté (E), problème opérationnel suspecté (E), problème d'infiltration suspecté (F), contrôle final de travaux de rénovation ou de réparation (G), transfert de propriété (H), planification de l'investissement (I), étude par échantillon (J), autre (Z)]</i>
	Ref_Invest	Référence du dossier
	Res_Invest	Résultat de l'investigation : forme dépendant de la nature de l'investigation mais de type alphanumérique codifiée
Réhabilitations (y compris les actions correctives à la pose)	Date_Réha	
	Nature_Réha	
	Tech_Réha	
Données de l'exploitation	Date_exp	Date de l'opération d'exploitation ou de l'événement
	Nature_exp	Nature de l'opération ou de l'événement : <i>[relevés d'ensablement, curage, débouchage, mise en charge, débordement, déversement, mesure ponctuelle de débit, constat de dégagement d'H₂S, etc.]</i>
	Motif_exp	Motif, selon la nature de l'opération. Par exemple, pour un curage : <i>[plainte, correctif, préventif]</i>
	Source_exp	Source, selon la nature de l'opération. Par exemple, pour une observation de mise en charge : <i>[visu, trace, calcul]</i>
	Contexte_exp	Contexte climatique, par exemple : <i>[temps sec, temps de pluie]</i>
	Résultat_exp	Résultats, selon la nature de l'opération
C) bassins versants et zones hydrauliques		
Zone d'influence aval d'un déversoir d'orage		Voir Annexe 5
Zone d'influence aval d'un débordement		Voir Annexe 5
Zone de risque de débordement		Voir Annexe 5
Zone amont proche d'un déversoir d'orage		Voir Annexe 1 – critère R/POL6/DEV/ENS

Informations ⁽¹⁷⁾		Commentaires
		* (code) et classification dans la norme NF EN 13508-2
D) informations sur les facteurs de dégradation		
Longueur unitaire de conduite	Lg_unitaire	* (ACG)
Nombre de branchements	Nb_Br	
	Br_source	Source de l'information : [Archives, ITV...]
Emplacement	Emplacement	* (AAL) Types d'emplacement définis par la norme NF EN 13508-2 : sous une route (A), sous un trottoir (B), sous l'accotement d'une route (C), dans une zone piétonnière (D), dans un champ (E), sous une propriété bâtie (F), sous des jardins (G), sous un bâtiment permanent (H), sous un terrain boisé (I), accès difficile (par exemple autoroute ou voie ferrée en service) (J), sous une voie navigable (K), autre (Z)
Structure de la chaussée	Struct_ch	Code alphanumérique défini par l'autorité responsable
Trafic	Trafic	Code alphanumérique défini par l'autorité responsable, décrivant l'importance des surcharges dues au trafic
Position par rapport à la nappe	Posi_Nappe	[A - hors nappe, B - sous nappe, C - battement, D - sous nappe ou battement]
Circulation d'eau	Circul_Eau	[A - certaine, B - présumée, C - non]
Remblais postérieurs à la pose	Remblais	Code binaire (ou plus détaillé)
Rejets susceptibles d'être agressifs	Rejets_agg	Code binaire (ou plus détaillé)
Risque H ₂ S	Risque_H2S	Évalué à partir de données sur le temps de transit de l'effluent
En zone de marnage	Marnage	Code binaire (ou plus détaillé)
Risques de tassement ou de glissement	Tass-Gliss	Code binaire (ou plus détaillé)
Présence de cavités souterraines	Cavités	Code binaire (ou plus détaillé)
Proximité d'espèces végétales	Essence	Voir la fiche de l'indicateur RAC2-E/R-T
	Distance_Veg	
E) informations relatives à la vulnérabilité de l'environnement (à titre indicatif)		
(Emplacement)	(Emplacement)	Défini en D) informations sur les facteurs de dégradation
Voie de circulation	Voie_circul	Code alphanumérique, défini par l'autorité responsable, décrivant le caractère stratégique de la voie
Bâti sensible aux inondations	Bâti_sensible	Code alphanumérique, défini par l'autorité responsable, définissant l'existence de facteurs de sensibilité du bâti vis-à-vis d'une inondation : rez-de-chaussée sous le niveau de la voie, présence de sous-sols, etc.
Équipement sensible aux inondations	Equip_sensible	Code alphanumérique défini, par l'autorité responsable, définissant l'existence d'équipements sensibles vis-à-vis d'une inondation : bouche de métro, entrée de parking souterrain, etc.

Informations ⁽¹⁷⁾		Commentaires
		* (code) et classification dans la norme NF EN 13508-2
Infrastructures sensibles	Infra_sensible	Code alphanumérique défini, par l'autorité responsable, définissant l'existence d'infrastructures sensibles vis-à-vis d'un effondrement du collecteur : conduites d'eau potable, conduite de gaz, etc.
Zone urbaine	Zone_urbaine	Code alphanumérique défini, par l'autorité responsable, définissant la sensibilité des activités urbaines vis-à-vis des perturbations induites par des opérations d'exploitation ou des travaux : zone de commerces, zone touristique, etc.
...		

Tableau 63 : matériaux (et codes) définis dans la norme NF EN 13508-2 (tableau C-4)

Matériau	Code	Matériau	Code
Amiante-ciment	AA	Acier	AP
Bitume	AB	Type non identifié de fer ou d'acier	AQ
Fibres projetées	AC	Maçonnerie (appareillée)	AR
Briquetage	AD	Maçonnerie (non appareillée)	AS
Grès	AE	Époxy	AT
Mortier de ciment	AF	Polyester	AU
Béton	AG	Polyéthylène	AV
Béton armé	AH	Polypropylène	AW
Béton projeté	AI	PVC-U	AX
Segments de béton	AJ	Type non identifié de plastique	AY
Fibres-ciment	AK	Matériau non identifié	AZ
Plastiques renforcés de fibres	AL		
Fonte	AM		
Fonte grise	AN		
Fonte ductile	AO		

Tableau 64 : indicateurs simples (de premier niveau) attachés à un tronçon (T), à un bassin versant (BV) ou à l'ensemble du réseau (R)

Intitulé de l'indicateur	Code de l'indicateur	Éch	Sources :
			← Info. de base ; ou : inspection visuelle ; ou : autre investigation
Matériau sensible à une abrasion / érosion	ABR1-E/R-T	T	← Mat
Effluent et conditions d'écoulement favorables à l'abrasion	ABR2-E/R-T	T	Enquête
Dégradation par abrasion, constatée par investigation	ABR4-O-T	T	Inspection Visuelle
Matériau sensible à une attaque chimique	ATC1-E/R-T	T	← Mat
Tronçon recevant des rejets pouvant être à l'origine d'une attaque chimique	ATC2-E/R-T	T	← Rejets_agg
Présence ou risque de présence d'H ₂ S sur le tronçon	ATC3-E/R-T	T	← Risque_H2S ou Dates_H2S
Tronçon à l'amont (immédiat) d'un tronçon dégradé, ne recevant pas d'effluents agressifs	ATC4-E/R-T	T	SIG et observations
Tronçon à l'aval (immédiat) d'un tronçon dégradé par attaque chimique	ATC5-E/R-T	T	SIG et observations
Dégradation par attaque chimique, constatée par investigation	ATC7-O-T	T	Inspection Visuelle
Fréquence de bouchage	BOU3-O-T	T	← Dates_obstruc
Risque de bouchage estimé par inspection	BOU4-E/O-T	T	Inspection Visuelle
Fréquence de débordements observés sans pluie significative	DEB4-TS-O-BV	BV	← Dates_DEB ← Contexte_DEB
Fréquence de débordements observés avec pluie significative	DEB5-TP-O-BV	BV	← Dates_DEB ← Contexte_DEB
Fréquence de déversements anormaux observés sans pluie significative	DEV4-TS-O-BV	BV	← Dates_DEV ← Contexte_DEV
Fréquence de déversements anormaux observés avec pluie significative	DEV5-TP-O-BV	BV	← Dates_DEV ← Contexte_DEV
Facteurs de risque externes (sol, fuites AEP...)	DSC1-E/R-T	T	← Circul_Eau...
Dégradation constatée du complexe sol-conduite	DSC7-O-T	T	Inspection Visuelle ou autre investigation
État de santé du tronçon estimé par modèle de vieillissement	EDS-E-T	T	Modèle de vieillissement + données sur facteurs de dégradation
Facteurs de risque externes d'un effondrement (surcharges...)	EFF1-E/R-T	T	← données sur facteurs de dégradation
Niveau d'endommagement constaté par investigation	EFF3-E/O-T	T	Inspection Visuelle ou autre investigation
Fréquence de curage pratiquée	ENS1-O-T	T	← Dates_Cur
Niveau maximum d'ensablement constaté	ENS3-O-T	T	← Valeurs_Cur
Risque d'ensablement estimé par inspection	ENS4-E/O-T	T	Inspection Visuelle

Intitulé de l'indicateur	Code de l'indicateur	Éch	Sources :
			← Info. de base ; ou : inspection visuelle ; ou : autre investigation
Mise en charge observée	HYD1-O-BV	BV	← Dates_MC
Mise en charge observée (à l'amont)	HYD2-O-BV	BV	← Dates_MC
Réduction de la capacité hydraulique estimée par ITV	HYD3-E/O-T	T	Inspection Visuelle
Taux d'infiltration moyen annuel	INF1a-O-BV	BV	Mesures / BV
Surcharge de la STEP	INF1a-O-BV STEP	BV	Mesures en STEP
Taux d'infiltration maximum journalier	INF1j-O-BV	BV	Mesures / BV
Taux d'infiltration maximum mensuel	INF1m-O-BV	BV	Mesures / BV
Facteurs de risque d'infiltration	INF2-E/R-T	T	← Posi_Nappe, Circul_Eau
Taux d'infiltration constaté sur le tronçon	INF3-O-T	T	Inspection Visuelle, ou mesures
Risque d'infiltration estimé par inspection	INF4-E/O-T	T	Inspection Visuelle
Exfiltration observée sur le BV	EXF1-O-BV	BV	Mesures / BV
Facteurs de risque d'exfiltration	EXF2	T	← Posi_Nappe
Exfiltration observée sur le tronçon	EXF3-O-T	T	Inspection Visuelle, ou mesures
Exfiltration estimée par inspection	EXF4-E/O-T	T	Inspection Visuelle
Taux de dépassement d'une autorisation de rejet d'un DO	POL2a-DEV-O-BV	BV	Mesures / BV
Taux de dépassement de l'autorisation de rejet d'une STEP	POL2b-INF-STEP-O-BV	BV	Mesures en STEP
Matériau sensible à une intrusion de racines	RAC1-E/R	T	← Mat
Tronçon à proximité d'espèces végétales « agressives »	RAC2-E/R	T	← Distance_Veg, Essence
Dégradation par intrusion de racines, constatée par investigation	RAC4-O-T	T	Inspection Visuelle
Indicateurs de vulnérabilité :			
Facteurs de coûts en cas de nécessité de remplacement de la conduite	V-CDV	T	← Prof., H, L, Voie_circul, etc.
Sensibilité de la station d'épuration vis-à-vis des apports d'eaux parasites d'infiltration	V-STEP-INF	/	← données d'exploitation de la STEP
Sensibilité des eaux de surface à la pollution	V-ES-POL	/	← SIG
Sensibilité des sols et des nappes à la pollution	V-SN-PON	T	← SIG
Sensibilité des coûts des traitements en STEP aux débits d'infiltration	V-INF-CXS	R	← données d'exploitation de la STEP
Sensibilité des coûts de transport en réseau aux débits d'infiltration	V-INF-CXR	BV	← données d'exploitation du réseau + SIG
Sensibilité des coûts d'exploitation du réseau à la fréquence de curage	V-ENS-CXR	R ou T	← données d'exploitation du réseau

Intitulé de l'indicateur	Code de l'indicateur	Éch	Sources : ← Info. de base ; ou : inspection visuelle ; ou : autre investigation
Sensibilité des coûts d'exploitation du réseau à la fréquence de désobstruction	V-BOU-CXR	R ou T	← données d'exploitation du réseau
Sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis de débordements	V-URB-NUH	T	← SIG
Sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des perturbations diverses	V-URB-TRA	T	← SIG
Sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des dommages aux bâtiments par exfiltration	V-URB-DOB-EXF	T	← SIG
Sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des dommages aux bâtiments par effondrement de collecteur	V-URB-DOB-EFF	T	← SIG

8.3 LA COLLECTE DE DONNÉES POUR L'ÉVALUATION DES INDICATEURS

8.3.1 Cas de la Communauté urbaine de Strasbourg

Les réseaux d'assainissement des collectivités comptent souvent un linéaire important de canalisations (1500 kilomètres d'égout à la CUS) desservies par un nombre non moins important d'ouvrages (environ 35 000 sur la CUS) qui permettent d'en assurer le fonctionnement et la maintenance.

L'inventaire de ce patrimoine se fait actuellement sur des outils SIG au travers d'une représentation schématique de l'ossature générale du réseau insérée dans le tissu urbain. On peut ainsi décrire le parcours des effluents depuis leurs lieux de production (usagers raccordés, puisards de rue) jusqu'aux points de rejets dans le milieu naturel tout en décrivant les différentes fonctions assurées par le réseau tout au long de ce parcours (collecte des effluents, transport, stockage, pré-traitements et traitements).

Cette vision d'ensemble n'est possible qu'à travers des simplifications extrêmes des différents objets constituant le réseau (c'est ainsi que les tronçons sont souvent représentés par des segments de droite joignant les ouvrages eux-mêmes représentés par des points figurant les émergences du réseau).

Dans la réalité pourtant, les tronçons sont des portions de collecteur pouvant atteindre des gabarits visitables par l'homme, et les ouvrages sont de véritables constructions de génie civil en 3 dimensions, le tout enfoui à plusieurs mètres de profondeur sous le domaine public essentiellement. À ce titre les réseaux d'assainissement constituent le plus gros occupant de l'espace souterrain à côté de l'ensemble des autres réseaux présents sous le domaine public (eau, gaz, électricité, câbles TV, etc.).

À la nécessaire schématisation du réseau il faut donc aussi opposer une description détaillée, afin de localiser précisément les emprises souterraines, de disposer de données fiables pour la modélisation du fonctionnement essentiellement gravitaire, et de connaître l'état de vétusté des différentes composantes du réseau. À la Communauté urbaine de Strasbourg, a été mis en place un programme pluriannuel d'acquisition de données détaillées du réseau d'assainissement basé sur des investigations in situ.

Les inspections télévisées de collecteurs constituent le premier axe de cette démarche qui permet de récupérer différentes informations utiles à la mise à jour des bases patrimoniales (paramètres physiques des collecteurs, recensement exhaustif des raccords, informations sur la vétusté de l'ouvrage). Les travaux sont réalisés sur la base de procédures allant de la commande des inspections à la réception informatique des données.

Il est réalisé annuellement une centaine de kilomètres d'inspection télévisée de collecteurs à l'instigation des travaux de voirie, des études et projets en cours, des problèmes d'exploitation, des réceptions d'ouvrages neufs et intégrations dans le domaine public, ou encore de problématiques locales telles que les affaissements de chaussées ou la présence de galeries souterraines.

Ces travaux sont réalisés par une entreprise spécialisée dans le cadre d'un marché annuel à bons de commande. Le coût moyen du kilomètre de collecteur inspecté est de l'ordre de 2040 euros TTC (tous gabarits confondus).

Les levés d'ouvrages constituent le deuxième axe de ces investigations *in situ*.

Un relevé topographique de l'intérieur des ouvrages permet d'en dresser une fiche technique donnant une description en 3 dimensions (X,Y,Z) du génie civil et des tuyaux aboutissant à l'ouvrage. Des images numériques des principaux équipements internes associés (clapets, vannes, pompes, crêtes déversoir, etc.) peuvent utilement compléter la description de l'ouvrage et la compréhension de son fonctionnement. Outre la mise à jour des bases patrimoniales, ces données spatiales 3D viennent enrichir la simple représentation schématique en 2D du réseau dans le SIG.

Le levé d'environ 1500 chambres est réalisé annuellement dans le cadre d'un programme d'enrichissement des données du SIG ou encore pour les besoins d'études ou d'une intégration dans le domaine public. Ces travaux sont réalisés dans le cadre d'un marché annuel à bons de commande par une entreprise spécialisée dans les investigations à l'intérieur des réseaux d'assainissement. Le coût moyen pour le levé d'un ouvrage est de 106 euros TTC (tous types d'ouvrages confondus).

Parallèlement à ces deux modes d'investigation pratiqués à l'intérieur même du réseau, il est procédé localement à **l'auscultation du terrain encaissant** par radar géophysique. Cette technique, qui relève de l'échographie, vise à la connaissance et à l'évaluation des risques encourus par la structure et l'environnement proche des ouvrages en regard de l'interaction avec le sol encaissant (détection de cavités souterraines, mise en évidence de défauts de compactage des tranchées, hétérogénéités des sols, présence d'autres réseaux dans le voisinage, etc.). L'auscultation se fait le plus souvent en surface au droit du collecteur ; elle peut exceptionnellement être réalisée par l'intérieur de l'ouvrage. Pour autant que de besoin, des sondages et essais de sols viennent compléter les investigations (reconnaissance des natures des terrains auscultés, présence de nappe phréatique, étalonnage des instruments, confirmation des données du rapport radar). Les données ainsi recueillies sont rattachées aux tronçons et hébergées sur la même base de données que les inspections télévisées de collecteurs.

Les premières expériences du genre, réalisées en situation d'urgence (suite à des affaissements de chaussée provoqués par des cavités souterraines en milieu lœssique) ont situé le coût moyen au kilomètre de la bande de terrain auscultée à hauteur de 1915 € TTC.

Un marché annuel à bons de commande a été mis en place à partir de 2004 en vue de systématiser l'acquisition de ce type de données pour toutes les parties de réseau situées en milieu lœssique, soit potentiellement environ 300 km de collecteurs. Les coûts unitaires sont donc à revoir à la baisse en regard du linéaire important à réaliser.

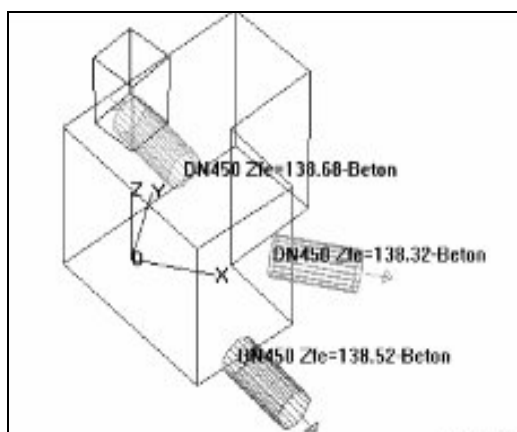
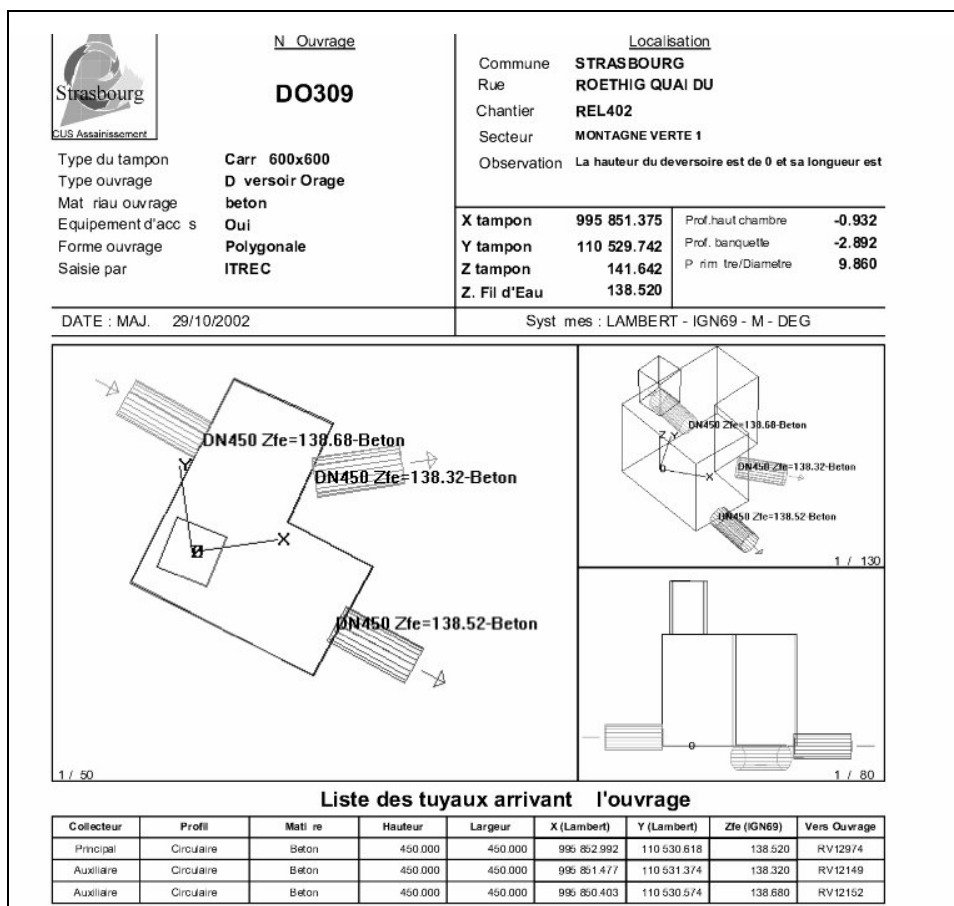


Figure 29 : exemple de fiche technique d'ouvrage (DO309) ; détail : vue 3D (CUS – Assainissement)



Photo 1 : image associée à la fiche de l'ouvrage DO309 (photo CUS – Assainissement)

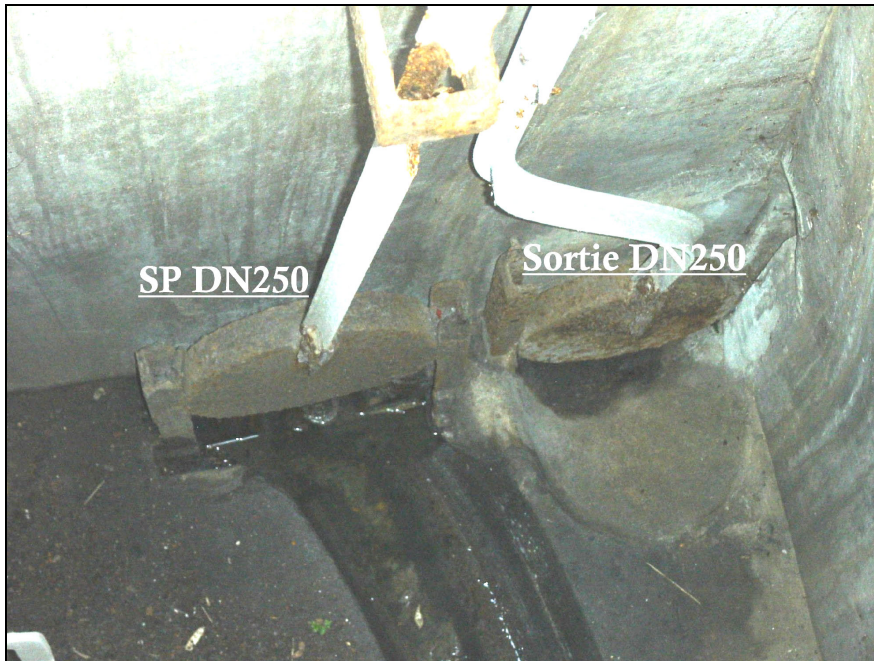


Photo 2 : image associée à la fiche du regard RV6148 (photo CUS – Assainissement)

8.3.2 Cas de la Communauté urbaine du Grand Lyon

Le réseau d'assainissement de la communauté urbaine de Lyon est majoritairement unitaire. Il est long de 2700 km dont 700 km de réseaux visitables et semi-visitables (hauteur supérieure ou égale à 1,50 m). La gestion du patrimoine est facilitée par la mise en œuvre de procédures qualité et par l'utilisation d'outils informatiques avec notamment : un Système d'Information Géographique (SIG), un logiciel de suivi des demandes de travaux et un système de suivi des activités d'exploitation. Ces outils sont en cours de refonte avec comme principal enjeu de pouvoir faire un lien entre les différentes applications. Il s'agit notamment de pouvoir affecter les données de l'exploitation à un ouvrage (création d'un « lien géographique »).

L'exemple choisi ici pour illustrer la collecte et l'utilisation des données concerne la gestion des envasements dans le cadre de l'exploitation des réseaux.

Organisation de l'exploitation des réseaux

L'exploitation nécessite la réalisation d'un certain nombre de tâches réparties en 3 catégories :

- le contrôle du réseau dont le contrôle de l'envasement ;
- les travaux d'entretien dont le curage des réseaux ;
- les interventions ponctuelles dont le débouchage des canalisations.

Des équipes de quatre sites territoriaux d'exploitation assurent le contrôle de l'ensemble du linéaire de réseau une fois par an. Il porte sur les points suivants :

- les accès au réseau (tampons, cheminées, chambres d'accès, échelles, mains courantes...);
- la nature des effluents (détection de rejets non conformes ou d'eaux parasites) ;
- les conditions d'écoulement ;
- l'envasement ;
- l'état de santé du patrimoine.

Les fréquences de contrôle peuvent être adaptées en fonction de la sensibilité des ouvrages.

Les anomalies relevées donnent lieu à des demandes de travaux transmises à des unités du service exploitation ou aux subdivisions territoriales de travaux.

Les travaux d'entretien du réseau

Ils sont présentés ci-après, selon l'entité qui les réalise ou les commande.

Réalisés par le service exploitation réseau :

- réhabilitations ponctuelles sur les réseaux visitables ;
- poses d'échelles et d'équipements de sécurité ;

- pose et réparation de différents types de vannes (vannes d'isolation de bassin de dessablement, vannes de sectionnement, « jeux de vannes »...);
- travaux de curage par camion spécialisé ou par vanne ;
- dératissage chimique.

Réalisés par un prestataire, sous la responsabilité du service exploitation :

- réhabilitations ponctuelles sur les réseaux non-visitables.

Réalisés par des prestataires, sous la responsabilité du secteur territorial :

- réalisation ou réparation des branchements ;
- grosses réparations ou réhabilitations de collecteurs.

Des interventions ponctuelles sont également réalisées dans le cadre du service de proximité rendu aux usagers. Il s'agit principalement des interventions concernant les aspects suivants :

- débordements de réseau ;
- débouchage de branchement ;
- mauvaises odeurs ;
- rejets non-conformes ;
- perte d'objet dans les bouches d'égout.

La gestion des envasements et des dépôts

Elle est différente selon le type des réseaux :

- sur les réseaux d'eaux usées, il s'agit principalement de limiter la formation de la couche de dépôt de la surface submergée ; un curage haute pression préventif à une fréquence d'environ une fois tous les 5 ans est généralement suffisant ;
- sur les réseaux unitaires, les phénomènes étant complexes et évolutifs dans l'espace et dans le temps, les envasements sont gérés par l'expertise des exploitants qui permet d'organiser les campagnes de contrôle et de curage lorsque nécessaire.

Le développement des outils informatiques (modèle, capitalisation et utilisation des données d'exploitation) devraient permettre d'optimiser l'expertise et la gestion.

Les méthodes de curage

Les méthodes de curage les plus utilisées au Grand Lyon sont le curage par camion spécialisé et le curage par vanne cyclique. La communauté urbaine a un objectif de suppression du curage manuel et développe de nouveaux outils de curage en fonction des besoins et des problèmes rencontrés. Une unité de 6 personnes a été spécialement créée pour ces développements.

Curage par camion : véhicules porteurs ou semi-remorque équipés d'un circuit haute pression et d'un circuit vide.



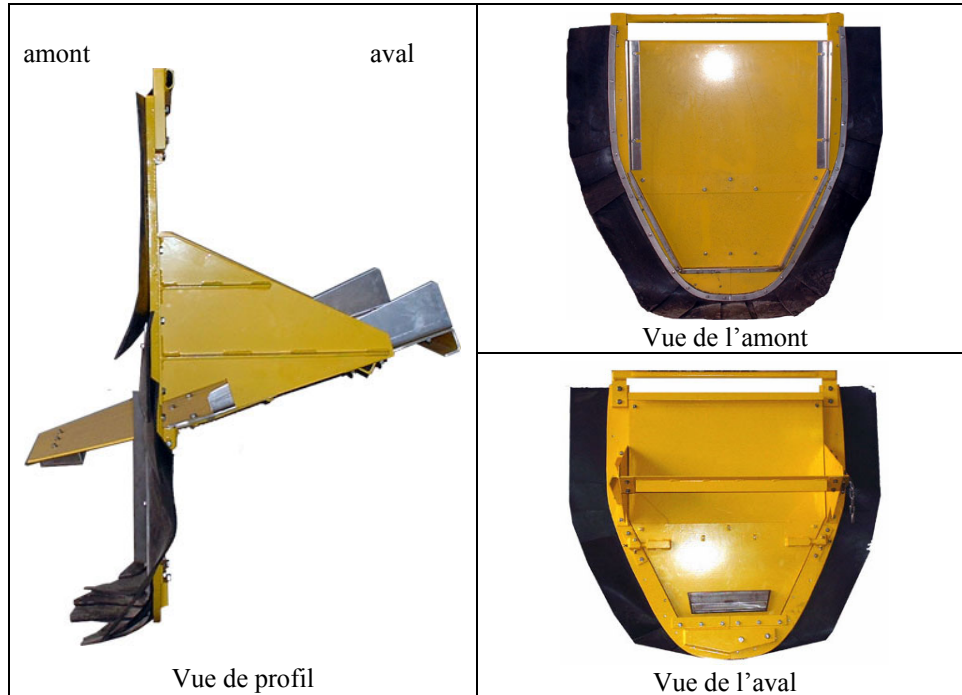
Photo 3a : camion de curage – Photo 3b : tête de curage
(photos Grand Lyon – Direction de l'eau)

Trois phases peuvent être distinguées :

- *Phase d'avancement de l'outil de curage haute pression* :
Une tête de curage équipée de jets à haute pression est fixée à l'extrémité d'un flexible déroulant. Elle permet de transformer la puissance hydraulique fournie par une pompe haute pression installée sur le véhicule, en puissance de traction et en puissance de nettoyage. L'outil est envoyé relativement rapidement à contre-courant. C'est la puissance de traction qui est intéressante pendant cette phase et qui permet à l'outil d'avancer. Les jets haute pression s'appuient sur la paroi du collecteur et permettent un guidage de l'outil.
- *Phase de nettoyage* :
Grâce à l'enrouleur installé sur le véhicule, l'outil est ramené relativement lentement dans le sens du courant. C'est la véritable phase de nettoyage, où les jets haute pression décollent et/ou érodent les dépôts puis les ramènent vers le regard de travail. C'est la puissance de nettoyage qui est intéressante pendant cette phase.
- *Phase d'aspiration* :
Les dépôts ainsi ramenés sont aspirés par transport pneumatique (mise en dépression de la cuve à boues par le circuit vide). Les produits pompés sont décantés au maximum dans la cuve et la partie liquide est rejetée au réseau.

L'efficacité du curage par camion est très réduite si le collecteur est en eau ou si le débit est trop important. Les technologies de recyclage d'eau développées par les constructeurs permettront sans doute de travailler dans des conditions plus difficiles.

Curage par vanne cyclique : une vanne cyclique est constituée d'une plaque basculant autour d'un axe. Elle est placée perpendiculairement à l'écoulement.



Photos 4a, 4b, 4c : vanne cyclique
(photos Grand Lyon – Direction de l'eau)

- *Phase de mise en charge du réseau amont* :
Les effluents s'accumulent à l'amont de la vanne.
- *Phase de basculement* :
La poussée exercée par l'effluent sur la plaque la fait basculer, libérant ainsi brusquement les effluents. Une vague se propage à l'aval de la vanne et permet de décrocher, d'éroder et de transporter les dépôts.
- *Phase de récupération des solides* :
Les solides peuvent être transportés par charriage ou en suspension soit jusqu'à la station d'épuration (cas rare) ou se re-déposer dans une zone où ils sont extraits (réseau, bassin de dessablement, piège à charriage...).

Le débit doit permettre un nombre de cycles suffisant sans toutefois endommager la vanne. Le temps maximum de fermeture de la vanne devrait être de l'ordre de 2h00.

Des jeux de vannes en réseau peuvent être nécessaires à la réalisation des chantiers de curage. Il s'agit alors d'isoler des ouvrages tels que les bassins de dessablement ou de créer les conditions de débit nécessaires au bon fonctionnement de l'outil (diminution ou augmentation du débit selon les cas).

Utilisation des données de l'exploitation, expertise

a) Partager et mettre au point les pratiques de gestion au niveau du service

Groupe de travail

Depuis plusieurs années un groupe de travail appelé « groupe vannes » réunit des agents de l'unité qui développe les outils de curage type vannes cycliques, des agents des unités qui utilisent les outils et des agents des autres unités qui participent à la fabrication, à l'installation des outils (ateliers, maçons...) ou à la gestion du patrimoine (bureau d'études...). Ce groupe de travail a joué un rôle essentiel dans l'appropriation et l'adaptation des outils ainsi que dans l'amélioration des réflexions sur la gestion des envasements et la gestion du patrimoine qui lui est associé. Dans un premier temps, les échanges d'expérience ont permis de faire connaître les différents outils aux différentes unités du service et de généraliser leur utilisation. Des formations ont été mises au point. Dans un deuxième temps, le travail du groupe a permis :

- de mieux planifier les études et les fabrications d'outils en s'appuyant sur les retours d'information du terrain,
- de proposer des améliorations des pratiques (suivi des vannes en réseau...)
- d'engager un inventaire et le cas échéant une remise en état du patrimoine « vannes » nécessaire à la gestion des envasements (catalogues des vannes mécaniques et des vannes d'isolation des bassins de dessablement) traiter certains retours d'information chantier, préparer les futurs outils (SIG, système d'information de l'exploitation...)

Politique et programme Qualité Sécurité environnement

Les actions liées à la gestion des envasements sont intégrées dans la démarche globale de la direction et dans les plans d'actions qui en découlent.

b) Données issues du suivi d'activité

La base de données actuelle comprend notamment les éléments suivants :

- adresse des travaux de curage ;
- type d'ouvrage curé, longueur d'ouvrage curé ;
- volume (ou poids) des matériaux extraits et transportés en centre de traitement (pour la communauté urbaine de Lyon, site de dépotage de la station d'épuration de Pierre Bénite).

Cela permet de déterminer pour chaque type d'ouvrages, le volume (ou le poids) moyen de matériaux envoyés en centre de traitement par km d'ouvrage, appelé « m³ dépotés par km d'ouvrage » (Figure 30). Ces valeurs peuvent alors servir de référence pour analyser la situation sur un secteur donné ou sur une période donnée.

Les secteurs où l'envasement est en moyenne plus important que sur le reste du territoire peuvent être mis en évidence. Ils peuvent alors faire l'objet d'un contrôle renforcé et d'une exploitation adaptée (création de bassins de dessablement, augmentation de la fréquence de curage...).

La comparaison peut également porter sur une période donnée et permettre de critiquer et d'adapter les fréquences de curage.

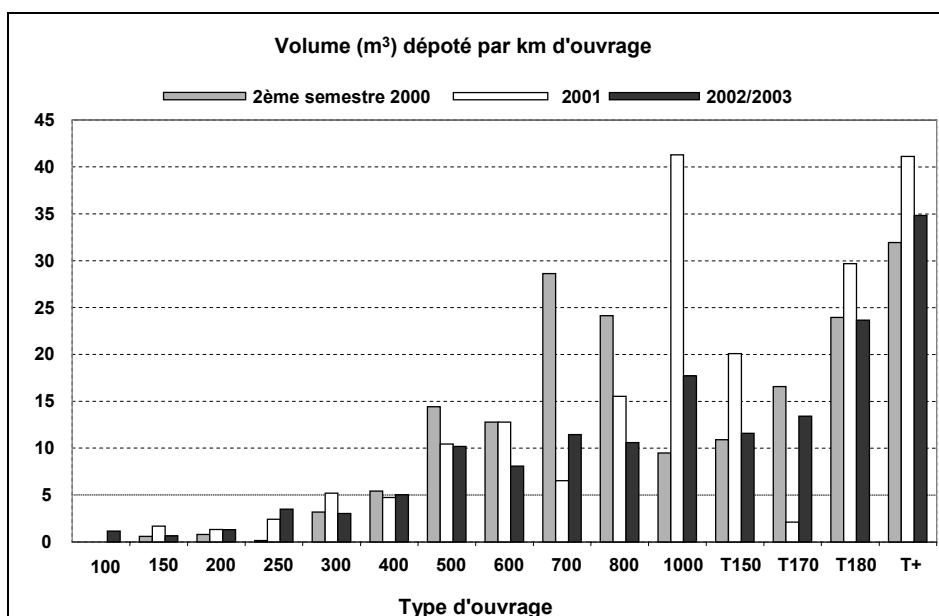


Figure 30 : volume dépoté par km d'ouvrage selon le type d'ouvrage

Exemple d'application :

Le travail a été effectué dans le cadre de l'étude de réduction des nuisances liées à l'hydrogène sulfuré sur une commune :

1. la comparaison des données 2002/2003 de la commune par rapport aux données 2002/2003 de l'ensemble de la communauté urbaine a permis de mettre en évidence les rues curées en 2002 ou 2003 où l'envasement semblait particulièrement important ;
2. le site d'exploitation a ensuite effectué un contrôle sur ces rues, ce qui a permis d'identifier quelques rues où un envasement relativement important et/ou rapide s'était développé ;
3. un curage a alors été réalisé ;
4. un contrôle plus fréquent que la « normale » est envisagé.

Critiques et améliorations à apporter

Le système actuel ne permet d'exploiter sous forme informatique que les données de l'année en cours et de l'année précédente. Il faudrait arriver à utiliser des données sur des périodes beaucoup plus importantes.

Les volumes dépotés sont obtenus par pesée des véhicules avant et après dépotage, avec une densité théorique des produits égale à 2. Il s'agit en fait d'un mélange de solides et d'eau ; la quantité d'eau peut varier en fonction du type de véhicule (système de décantation), du chantier et dans une moindre mesure, de l'opérateur (utilisation du système de décantation sur le chantier). **Il convient donc de rester critique vis-à-vis des ratios obtenus** : comparer en absolu les ratios de différents types d'ouvrages n'est

pas pertinent si les véhicules affectés ont des systèmes de décantation très différents. De même, il faut être prudent sur les comparaisons avec les données d'autres collectivités. En relatif, pour un type d'ouvrage donné, sur la communauté urbaine de Lyon, les ratios sont exploitables. Il convient ensuite de vérifier les informations sur le terrain.

Les techniques de recyclage d'eau développées par les constructeurs permettront sans doute de réduire et de mieux maîtriser les quantités d'eau. De même des travaux de recherche pourraient permettre de mieux connaître et donc de mieux prendre en compte les variations de ces quantités d'eau.

Le système actuel ne permet d'attribuer les données qu'à une rue donnée et ne permet pas de représentation géographique des données. **Il faudra pouvoir descendre à l'échelle du tronçon** et donc disposer dans la base de données d'un identifiant tronçon pérenne exploitable par le système d'information géographique. Il faudra également, faire un lien avec le SIG. **La représentation géographique des données** facilite en effet le partage et l'analyse de données (cf. illustration ci-dessous) : possibilité par exemple de visualiser les principales zones de contribution aux volumes déposés, de mieux élaborer et évaluer la stratégie de gestion des envasements, de comparer l'envasement constaté à l'envasement prédit par modélisation...

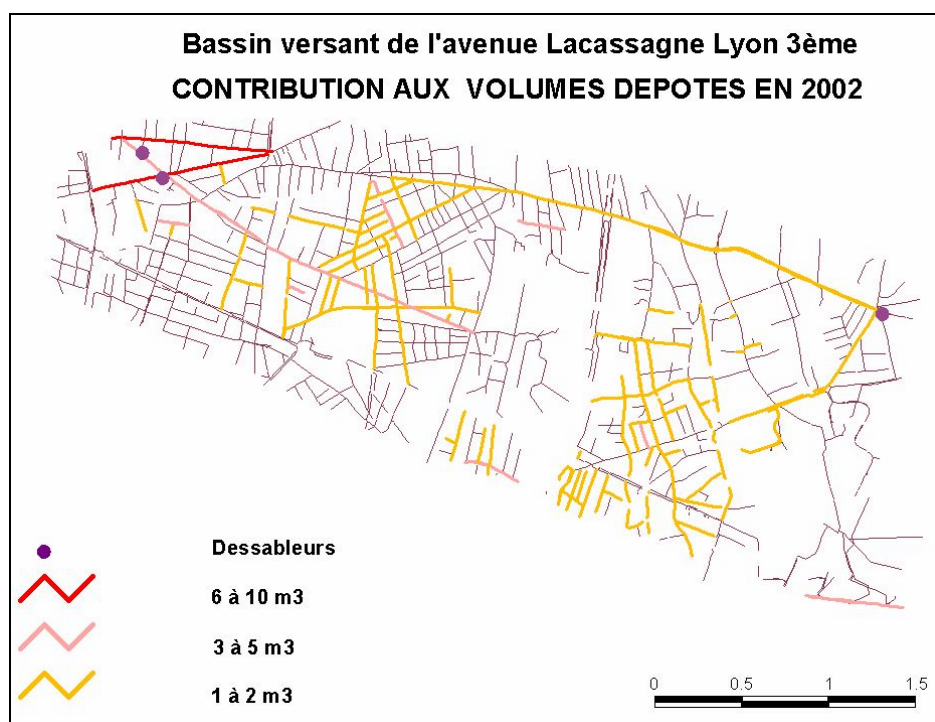


Figure 31 : visualisation cartographique des données de curage
(Grand Lyon – Direction de l'eau)

8.3.3 Cas de la Communauté urbaine de Lille

De la banque de données urbaines au système d'informations géographiques

La Communauté Urbaine de Lille a entrepris depuis l'année 1974 la création d'une base de données urbaines. Le but de cette application était initialement de donner à tous les gestionnaires du domaine public un outil de connaissance pour faciliter les études et les réalisations par une meilleure perception de l'environnement.

Pour cela, quatre systèmes de base de données localisées sont utilisés :

- le niveau fin ;
- la base voies ;
- le niveau intermédiaire ;
- le plan de gestion.

Les principales caractéristiques de ces systèmes sont les suivants.

Le niveau fin

Il s'agit des données qui permettent des restitutions précises sur un plan à l'échelle du 1/200^e ; c'est l'outil du projeteur. Le niveau fin permet d'avoir une connaissance du domaine public sous deux aspects différents : la surface et le sous-sol. Chaque point descriptif de la surface est connu en coordonnées Lambert avec une précision de quelques centimètres par lever sur le terrain, ce qui permet par exemple une représentation exacte sur un plan au 1/500^e. Les points de réseaux en sous-sol sont déterminés à partir des plans transmis par les concessionnaires et recalés en surface à partir des affleurements (plaques d'égout, bouches à clefs). Ce système a été limité principalement à la zone urbaine dense.

La base voies

Elle représente, avec la précision d'un plan au 1/2000^e l'ensemble du réseau viaire ; elle sert principalement à la localisation. La base voies permet d'avoir une connaissance sur l'ensemble du territoire des caractéristiques des voies et de leurs noms. Chaque point caractéristique est connu en coordonnées Lambert avec une précision qui permet une représentation exacte sur un plan au 1/2000^e. La base voies a été initialisée par digitalisation de photoplans, elle est mise à jour par recoupement des informations parvenant au Service et périodiquement par campagne de nouvelle prise de vues.

Le niveau intermédiaire

C'est la base voies « habillée » par quelques éléments du niveau fin de façon à constituer une carte utilisée principalement pour le repérage à des échelles de l'ordre du 1/2000^e. Le niveau intermédiaire permet d'établir une cartographie qui, en plus de la base voies et des noms de voirie, fait apparaître les dessins d'îlots ainsi que les principaux édifices publics ou privés. La carte est initialisée et mise à jour par digitalisation de plans et de tout autre information (plans d'occupation des sols, photoplans...)

Le plan de gestion

Il donne une image numérisée du plan parcellaire avec le bâti ; il est par exemple utilisé pour des représentations thématiques sur des données. Le plan de gestion est destiné à établir une cartographie faisant apparaître : la base voies, les limites d'îlots, les limites parcellaires, le bâti ; l'échelle de restitution des plans est de l'ordre du 1/1000^e. La constitution du plan de gestion est la plus récente, elle se fait par digitalisation des planches cadastrales sur les zones qui ont été récemment mises à jour ; elle nécessite des levés complémentaires sur le terrain dans les autres cas.

Exploitation de ces bases

Pour ces bases de données localisées, l'exploitation a tout d'abord été de permettre une sortie de plans à différentes échelles et différents formats. Ces bases ont été ensuite de plus en plus exploitées directement par des outils graphiques pour permettre notamment la cartographie thématique : représentation des nappes phréatiques, cartes des densités de population.

Des applications de gestion dans le domaine de la voirie ont tout d'abord été développées : comptage de circulation, état de la voirie, lignes de transport en commun...

Ces bases ont été ainsi le support des données de différents services de la Communauté Urbaine dans le domaine de ses compétences (voirie, circulation, urbanisme) et ont permis de recueillir également des données spécifiques telles que la cartographie des carrières souterraines ; les sondages, piézomètres, données géotechniques et nappes phréatiques ; excavations ou dépôts. Mises à la disposition des communes par l'intermédiaire de logiciels conçus par le service informatique en exploitation libre, elles permettront de rapatrier facilement des données en rapport avec les compétences de ces communes et notamment l'éclairage public et les espaces verts.

Les données thématiques localisées

Les données thématiques s'appuient sur un canevas géographique composé de deux bases de données géographiques : la base voies, structure logique des rues et de ses tronçons sur lesquels sont référencés les données, et le fichier de la carte de niveau intermédiaire reprenant la description des îlots, des voies et de ses éléments caractéristiques du site (édifices, infrastructures) qui ajoutée à la structure linéaire de la base voies donne une vision réaliste du terrain.

Ces données englobent de nombreux thèmes relatifs aux données socio-économiques, administratives, aux événements et à la fonctionnalité de la rue.

Pour coordonner ces informations très diverses, il est apparu indispensable de créer de multiples fichiers ayant chacun un thème.

La liaison interfichier se fera par une localisation géographique standardisée d'où la notion de fichiers de données thématiques localisées.

Un fichier de données thématiques localisées est ainsi un fichier de données cohérentes gérées par un gestionnaire unique et s'appuyant sur un localisant géographique standard. Les éléments peuvent être rattachés à une ligne (domanialité, comptage sur un tronçon

de rue), à un point (sondage), ou à une zone (nappe phréatique). La localisation linéaire se rattache à la base voies par le matricule de la voie (matricule INSEE et RIVOLI) ou plus finement par un matricule tronçon, par un matricule carrefour ou encore par le matricule voie et le numéro d'adresse postale. La localisation ponctuelle se fera par des coordonnées X et Y dans le système Lambert.

Les éléments pouvant constituer le fichier sont très nombreux (accidents, comptage, domanialité, PLU, superstructures, infrastructures...).

En particulier, les fichiers thématiques concernant la voirie sont regroupés sous l'appellation : *fichier rues*. Le fichier rues va servir à la direction en charge de la voirie pour une aide à l'établissement de programmes d'entretien, mais tout autre utilisateur pourra gérer ses propres fichiers et se servir de l'ensemble des fichiers comme outil de connaissance et d'aide à la décision.

Sélection des fichiers du fichier rues dont les données peuvent être utiles à la gestion de l'assainissement :

- contraintes poids lourds (agressivité) ;
- barrières de dégel ;
- domanialité ;
- permissions de voirie ;
- lignes de transport en commun (lignes de bus, lignes de bus à haut niveau de service, lignes de tramways, points d'arrêt, lignes de métro, entrée de métro souterraines) ;
- profils et état des chaussées et des trottoirs ;
- trafic ;
- opérations ;
- structure des chaussées et des trottoirs ;
- déflexions ;
- suivi des tranchées ;
- sondages ;
- piézomètres ;
- géotechnique ;
- nappes phréatiques.

Les autres données extérieures pertinentes pour la gestion de l'assainissement

Compétences extérieures à la Communauté Urbaine :

- fichiers socio-économiques fournis par des organismes externes tels que l'INSEE avec localisant géographique au niveau des îlots ;
- plans des concessionnaires ;
- espaces verts (arbres) ;

Autre compétence communautaire : les données associées à l'urbanisme

- Plan Local d'Urbanisme ;
- Plan d'Intérêt Général sur les périmètres de protection des champs captants d'alimentation en eau potable ;
- zones d'inondation des Plans d'Exposition aux Risques ;

- sites et sols pollués ;
- zonages d'assainissement collectif et non collectif ;
- agglomérations d'assainissement ;
- schémas directeurs d'assainissement ;
- servitudes pour l'assainissement ;
- localisation des industriels.

La base assainissement

Les données de l'assainissement déjà saisies au niveau fin ont été transformées afin de les structurer sur le modèle de la base voies pour permettre une évolution vers une véritable base assainissement capable de recueillir les données thématiques associées. Pour les autres communes, les données ont été reprises par digitalisation à partir des plans papier au 1/1000^e avec comme support le niveau fin ou le plan de gestion.

La topologie du réseau se décompose en deux entités : les tronçons, les nœuds. Un enregistrement contient un numéro de tronçon et les coordonnées Lambert d'un point du tronçon. Les points d'un tronçon sont rangés dans le sens du parcours. Si deux tronçons se connectent sur un nœud, les coordonnées des extrémités sont identiques. Un enregistrement par nœud contient les champs suivants : les coordonnées Lambert du nœud, le nombre de tronçons se connectant au nœud (nombre de branches).

Les données techniques descriptives sont associées aux tronçons ou à des ouvrages

Données descriptives des tronçons

Un enregistrement par tronçon contenant les champs suivants :

- le numéro de tronçon ;
- le type d'effluent ;
- le type d'écoulement ;
- le type de section ;
- le type de matériau ;
- les dimensions de l'ouvrage (largeur et hauteur) ;
- le radier amont ;
- le radier aval ;
- le sens d'écoulement (par rapport au sens du codage) ;
- la date de pose.

Données descriptives des ouvrages

Un enregistrement par ouvrage contenant les champs suivants :

- les coordonnées Lambert du centre de l'ouvrage ;
- le radier le plus bas de l'ouvrage ;
- le type d'ouvrage ;
- le nom de la fiche descriptive de l'ouvrage ;
- le dessus de plaque de l'ouvrage.

Les coordonnées Lambert du centre de l'ouvrage correspondent aux coordonnées Lambert des nœuds.

Ces données couvrent l'ensemble du territoire (le réseau d'assainissement représente actuellement un linéaire de 4 122 kilomètres) mais sont actuellement inégalement renseignées :

- le type d'effluent est très bien renseigné (4 020 km soit 98 %) ;
- le type d'écoulement est très bien renseigné (4 079 km soit 99 %) ;
- le type de matériau est assez mal renseigné (976 km soit 24 %) ;
- le type de section est bien renseigné (3 819 km soit 93 %) ;
- les altitudes des radiers sont partiellement renseignées (1 408 km soit 34 %) ;
- les dimensions des ouvrages sont bien renseignées :
 - circulaire : 2 942 km exploités sur 2 991 km ;
 - ovoïdes : 408 km exploités sur 426 km ;
 - dalots : 65 km exploités sur 69 km ;
 - pied-droit et voûte : 196 km exploités sur 337 km (beaucoup de pied-droit ne sont désignés que par leur largeur) ;
- la période de pose est embryonnaire (112 km soit 2,72 %).

Des méthodes seront proposées ci-après pour compléter la base à partir des interventions réalisées sur le réseau : contrôle d'envasement, intervention de curage, inspection visuelle ou télévisuelle, enquêtes...

Des tables complémentaires préparées pour recevoir d'autres données ne sont pas encore renseignées, elles concernent :

- les analyses ;
- les branchements ;
- les capteurs ;
- les défauts ;
- les industriels (conventionnés) ;
- l'inspection et le curage ;
- les rejets accidentels ;
- les stations de refoulement et de relèvement ;
- les stations d'épuration.

Les sources d'informations existent sur des supports multiples informatisés ou non, couvrant tout ou partie du territoire :

- les conventions avec les industriels ;
- la base ACCESS de gestion des relations avec les usagers (plaintes) ;
- les études diagnostic ;
- les campagnes de mesure ;
- la modélisation du réseau d'assainissement ;
- les données de l'autosurveillance ;
- la télégestion des stations de relèvement et de refoulement et des capteurs ;
- les données des stations d'épuration, contrôle et autosurveillance ;
- les objectifs de qualité des cours d'eau ;
- les dossiers d'autorisation ou de déclaration de la loi sur l'eau ;
- les dossiers de construction des ouvrages (DIUO) ;

- les contrôles d'envasement des collecteurs ;
- les opérations de curage ;
- les inspections visuelles ou télévisuelles des réseaux ;
- la gestion administrative des usagers (branchements, interventions, redevances).

Il faut tout d'abord définir quelles sont les informations essentielles à retenir et à relier à la base assainissement et enregistrer ces informations avec le localisant géographique pertinent. Cette étape est en phase exploratoire.

PARTIE 4

EXPÉRIMENTATIONS ET PERSPECTIVES

Cette dernière partie comprend deux chapitres.

Le chapitre 9 « **Expérimentation et évaluation des indicateurs** » est consacré à trois questions : le calage et l'évaluation de la qualité des indicateurs évalués à partir d'une inspection visuelle, la représentation de la répartition des désordres sur le linéaire d'un tronçon, puis la question de la construction et de l'exploitation de modèles de vieillissement (fonctions de survie).

Le chapitre 10 « **Perspectives** » constitue une conclusion en rappelant les apports essentiels de ce guide méthodologique mais aussi les besoins en expérimentations et en développements futurs.

Page gauche blanche

9. EXPÉRIMENTATION ET ÉVALUATION DES INDICATEURS

9.1 CALAGE DES INDICATEURS ÉVALUÉS À PARTIR D'UNE INSPECTION VISUELLE

Comme nous l'avons vu au titre 4.4.1, le principe est d'inventorier, pour un dysfonctionnement donné, l'ensemble des défauts (codés selon la norme NF EN 13508-2) susceptibles d'y contribuer, puis de définir un système de notation permettant de cumuler les défauts à l'échelle du tronçon pour situer celui-ci sur une échelle de 1 à 4 vis-à-vis du dysfonctionnement en question. Le système de notation retenu permet de traiter ensemble les défauts ponctuels et les défauts répartis, et de prendre en compte à la fois leur gravité et leur étendue selon la procédure suivante :

- codage C_i des observations O_i selon la norme NF EN 13508-2 ;
- traduction des codes C_i en notes élémentaires N_i en multipliant le poids de chaque défaut (défini dans les tableaux joints aux fiches descriptives de chaque indicateur) par son étendue ; une étendue forfaitaire (P) est attribuée aux défauts ponctuels ;
- calcul de la densité : $D = N / LT$; avec $N = \sum N_i$ et LT : longueur du tronçon (m) ;
- comparaison de D avec trois seuils : $S1, S2, S3$
 - Niveau 1 si : $D \leq S1$; Niveau 2 si : $S1 < D \leq S2$;
 - Niveau 3 si : $S2 < D \leq S3$; Niveau 4 si : $S3 < D$
- pour l'observation directe de dysfonctionnements caractérisés, une seule observation suffit à attribuer une note sans passer par la densité.

La contribution de chaque désordre est quantifiée en combinant deux aspects :

- le niveau de gravité du désordre, parmi 4 possibles : 1, α , α^2 , α^3 ;
- l'étendue (en mètre) du désordre relevé ; pour les désordres ponctuels, l'étendue correspond au paramètre P (longueur équivalente).

Les paramètres empiriques α (2 ou 3) et P ainsi que les 3 seuils ($S1, S2, S3$) doivent être identifiés afin de maximiser la qualité du modèle (Vasconcelos & Le Gauffre, 2003). Ce calage est réalisé en deux temps, en prenant pour référence un (des) avis expert(s) :

- détermination des paramètres α et P ;
- puis définition des seuils $S1, S2, S3$.

Nous allons illustrer ce travail de calage à l'aide des résultats d'une étude menée sur un petit échantillon de tronçons dont les données ont été fournies par 3 gestionnaires français (Communautés urbaines de Lille, de Lyon et de Strasbourg).

Cet exemple concerne l'indicateur INF4-E/O-T, risque d'infiltration estimé à partir d'une inspection visuelle. Le Tableau 65 rappelle les désordres pris en compte pour évaluer l'indicateur INF4-E/O-T.

Tableau 65 : utilisation des résultats d'une inspection visuelle pour l'évaluation de l'indicateur INF4-E/O-T

Observation O_i	Code C_i	1	α	α^2	α^3	Gravité Étendue
Déformation	BAA		BAA			x P
Fissure	BAB	B		C		x L_obs
Rupture/effondrement	BAC			A	B/C	x P
Briquetage ou éléments de maçonnerie défectueux	BAD		A	B/C	D	x P
Mortier manquant	BAE		BAE			x P
Dégradation de surface	BAF	A/C/D/E/F/G/H		B	I/Z	x L_obs
Raccordement défectueux	BAH			B/C/D		x P
Joint d'étanchéité apparent	BAI	Z		A ; #		x P
Déplacement d'assemblage	BAJ			BAJ		x P
Conduite poreuse	BAN	BAN				x L_obs
Sol visible par le défaut	BAO				BAO	x P
Vide visible par le défaut	BAP				BAP	x P
Racines	BBA			BBA		x P
Dépôts adhérents	BBB			BBB A		x P

Les résultats présentés ci-dessous ont été obtenus sur un échantillon de 76 tronçons. Le Tableau 66 et la Figure 32 présentent les résultats obtenus après détermination du couple (P, α) optimal pour le cas de l'indicateur INF4 : valeurs qui maximisent la corrélation entre la note experte et la note issue du modèle.

Pour l'indicateur INF4, les valeurs retenues sont $P = 5m$ et $\alpha = 2$.

Tableau 66 : résultats sur 76 tronçons, pour l'indicateur INF4, avec $P = 5m$ et $\alpha = 2$

Densité calculée	Avis expert	Densité calculée	Avis expert	Densité calculée	Avis expert	Densité calculée	Avis expert
0,00	1	1,69	2	8,41	3	21,71	4
0,00	1	2,65	2	9,09	3	30,92	4
0,00	1	3,21	2	11,53	3	34,07	4
0,00	1	3,36	2	12,07	3	34,67	4
0,00	1	3,63	2	14,14	3	40,00	4
0,00	1	4,87	2	16,00	3	57,01	4
0,00	1	5,63	2	16,01	3		
0,00	1	6,32	2	16,40	3		
0,00	1	6,78	2	17,01	3		
0,00	1	8,00	2	17,54	3		
0,00	1	8,21	2	17,69	3		
0,00	1	8,82	2	18,26	3		
0,08	1	9,74	2	18,52	3		
0,08	1	10,00	2	18,54	3		
0,54	1	10,43	2	20,34	3		
0,75	1	10,53	2	21,47	3		
0,84	1	11,08	2	22,45	3		
0,87	1	11,44	2	22,76	3		
1,32	1	16,00	2	23,60	3		
1,43	1			24,00	3		
1,50	1			24,00	3		
1,77	1			24,00	3		
				24,02	3		
				24,43	3		
				25,68	3		
				27,73	3		
				32,41	3		
				32,87	3		
				33,83	3		

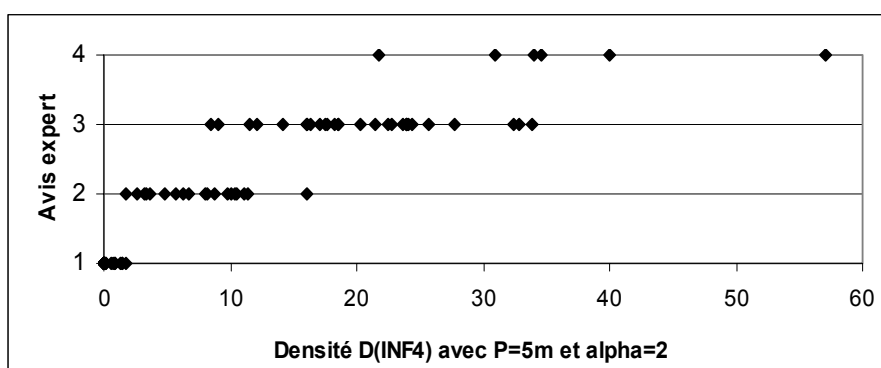


Figure 32 : densité calculée et avis de l'expert, pour l'indicateur INF4-E/O-T

On identifie ensuite les valeurs des seuils $S1$, $S2$ et $S3$ qui permettent d'affecter au tronçon un niveau de dysfonctionnement 1, 2, 3 ou 4. Chaque seuil est fixé en trouvant un compromis entre deux erreurs inévitables :

- erreur 1 : un tronçon affecté en niveau k par l'expert est classé dans un niveau inférieur par le calcul (sous-estimation du dysfonctionnement) ;
- erreur 2 : un tronçon affecté en niveau k par l'expert est classé dans un niveau supérieur par le calcul (surestimation du dysfonctionnement).

La Figure 33 présente le raisonnement utilisé pour trouver ces compromis. La représentation des distributions des notes calculées pour chacun des 4 groupes de tronçons (avis de l'expert : 1, 2, 3 ou 4) permet de visualiser les recouvrements entre domaines.

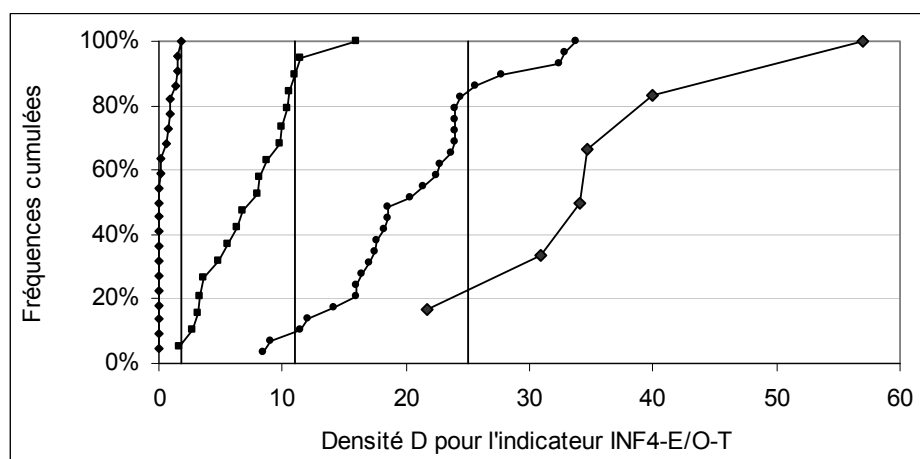


Figure 33 : distribution des notes calculées pour chaque groupe de tronçons (de gauche à droite : tronçons affectés par l'expert en niveau 1, 2, 3 puis 4)

Les seuils proposés (les 3 lignes verticales sur la Figure 33) correspondent aux valeurs suivantes : $S1 = 1,75$; $S2 = 11$; $S3 = 25$. Pour ces 3 seuils, le résultat de l'affectation est présenté dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 67 : comparaison des évaluations de INF4 (avis de l'expert vs calcul), pour 76 tronçons, avec $S1 = 1,75$; $S2 = 11$; $S3 = 25$

	Classé en 1	Classé en 2	Classé en 3	Classé en 4	Total
Avis : 4			1	5	6
Avis : 3		2	22	5	29
Avis : 2	1	15	3		19
Avis : 1	21	1			22
Total :	22	18	26	10	76

Tableau 68 : bilan des erreurs pour chaque avis de l'expert (en ligne)

	Classé en 1	Classé en 2	Classé en 3	Classé en 4	
Avis : 4			17 %	83 %	100 %
Avis : 3		7 %	76 %	17 %	100 %
Avis : 2	5 %	79 %	16 %		100 %
Avis : 1	95 %	5 %			100 %

Tableau 69 : bilan des erreurs pour chaque niveau calculé (en colonne)

	Classé en 1	Classé en 2	Classé en 3	Classé en 4
Avis : 4			4 %	50 %
Avis : 3		11 %	85 %	50 %
Avis : 2	5 %	83 %	12 %	
Avis : 1	95 %	6 %		
	100 %	100 %	100 %	100 %

En regroupant les niveaux 1 et 2 d'une part et les niveaux 3 et 4 d'autre part on obtient alors les résultats suivants :

Tableau 70 : comparaison des évaluations de INF4 (avis de l'expert vs calcul), pour 76 tronçons, avec S2 = 11 (et S1 = 1,75 ; S3 = 25)

	Classé en 1 ou 2	Classé en 3 ou 4	Total :
Avis : 3 ou 4	2	33	35
Avis : 1 ou 2	38	3	41
Total :	40	36	76

Tableau 71 : bilan des erreurs en ligne (selon l'avis de l'expert)

	Classé en 1 ou 2	Classé en 3 ou 4	Total
Avis : 3 ou 4	6 %	94 %	100 %
Avis : 1 ou 2	93 %	7 %	100 %

Tableau 72 : bilan des erreurs en colonne (selon le niveau calculé)

	Classé en 1 ou 2	Classé en 3 ou 4
Avis : 3 ou 4	5 %	92 %
Avis : 1 ou 2	95 %	8 %
Total :	100 %	100 %

Commentons les résultats des 3 tableaux ci-dessus. Si l'on ne distingue que 2 niveaux d'appréciation, les erreurs 1 et 2 évoquées plus haut correspondent tout simplement aux valeurs hors diagonale dans le Tableau 71 :

- **E₁ = erreur 1 = 6 %** ; erreur de sous-estimation du dysfonctionnement : 6 % des tronçons jugés en état 3 ou 4 par l'expert ont été classés en 1 ou 2 par le calcul ;
- **E₂ = erreur 2 = 7 %** ; erreur de surestimation du dysfonctionnement : 7 % des tronçons jugés peu préoccupants par l'expert ont été classés en niveau 3 ou 4 par le calcul.

Ces deux erreurs sont des caractéristiques intrinsèques du modèle. Dans la terminologie des tests (par exemple pour la détection d'une maladie ou d'une défaillance) on utilise les deux notions suivantes (Jenicek, Cléroux, 1987), pour définir les qualités d'un test :

- *sensibilité* = $1 - E_1$: probabilité qu'une **défaillance** conduise à un **résultat positif** du test ;
- *spécificité* = $1 - E_2$: probabilité qu'une **non défaillance** conduise à un **résultat négatif** du test.

En examinant plusieurs valeurs possibles pour S_2 , on obtient les résultats suivants :

Tableau 73 : sensibilité et spécificité en fonction du seuil S_2

Seuil S_2 :	8	10	11	12	16
<i>Sensibilité</i> :	100 %	94 %	94 %	91 %	83 %
<i>Spécificité</i> :	78 %	88 %	93 %	98 %	100 %

L'amélioration de l'une des deux caractéristiques ne peut être obtenue qu'au détriment de la seconde. Comme on peut le voir, la valeur $S_2 = 11$ offre un bon compromis.

Les résultats présentés dans le Tableau 72 dépendent quant à eux de l'échantillon utilisé, c'est-à-dire de la répartition des tronçons dans les deux groupes : avis 1 ou 2, et avis 3 ou 4.

Pour les 76 tronçons examinés, on peut évaluer les deux erreurs suivantes :

- p_1 : parmi les tronçons classés en 1 ou 2, pourcentage de tronçons correspondant à un avis expert 3 ou 4 ; ici $p_1 = 5\%$;
- p_2 : parmi les tronçons classés en 3 ou 4, pourcentage de tronçons correspondant à un avis expert 1 ou 2 ; ici $p_2 = 8\%$.

L'utilisation de cette procédure, sur cet échantillon particulier, conduit donc à un taux de « fausse alerte » de 8 %.

Si nous revenons maintenant sur le bilan détaillé des résultats (Tableau 67), on constate que parmi les 10 tronçons affectés en niveau 4 par le calcul, seuls 5 d'entre eux ont également été classés en niveau 4 par l'expert, les 5 autres étant affectés en niveau 3.

La constitution d'un échantillon plus riche en tronçons fortement dégradés sera nécessaire pour étudier plus avant la question du seuil S_3 .

9.2 ÉTUDE DE LA RÉPARTITION DES DÉSDRES POUR L'ORIENTATION VERS UNE RÉPARATION OU UNE RÉNOVATION

Deux exemples permettent d'illustrer l'utilisation des résultats d'une inspection visuelle pour une prédéfinition du type de réhabilitation à envisager : ponctuelle ou continue. Les deux tronçons pris pour exemple sont issus de l'expérimentation menée sur la Communauté Urbaine de Lille. Pour ces deux tronçons l'indicateur INF4-E/0-T « risque d'infiltration estimé par inspection visuelle » est évalué en niveau 3 : des défauts d'étanchéité nombreux et/ou très pénalisants ont été observés.

Sur les deux figures proposées ci-dessous, le bilan des observations est réalisé sur chacune des sections de 1 m du tronçon considéré. Ce découpage en sections permet ainsi de visualiser la répartition longitudinale des problèmes : désordres sévères concentrés sur quelques sections pour l'exemple 1, problèmes répartis sur la quasi-totalité du tronçon pour l'exemple 2.

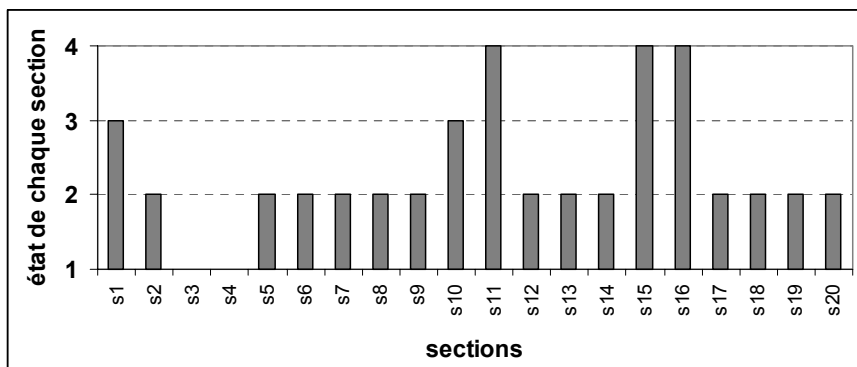


Figure 34 : tronçon classé en niveau 3 et présentant une concentration des désordres sur quelques sections

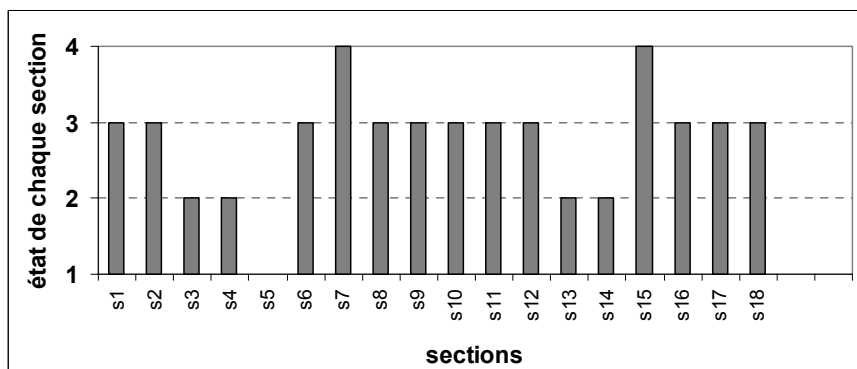


Figure 35 : tronçon classé en niveau 3 et présentant une répartition des désordres relativement homogène sur toute sa longueur

Cette répartition des désordres sur l'ensemble des sections d'un tronçon peut être quantifiée par une distribution (nombre de sections dans chacun des 4 états) et par un indice de concentration (noté, par exemple, IC-INF4, pour l'indicateur de dysfonctionnement INF4-E/O-T) correspondant au pourcentage de sections en état 3 ou 4. Pour les deux tronçons pris pour exemples, nous obtenons les résultats suivants :

Tableau 74 : répartition des désordres pris en compte dans l'indicateur INF4-E/O-T, sur 2 tronçons exemples

	Tronçon exemple 1			Tronçon exemple 2		
Sections en état 1 :	2	10 %	IC-INF4 25%	1	6 %	IC-INF4 72 %
Sections en état 2 :	13	65 %		4	22 %	
Sections en état 3 :	2	10 %		11	61 %	
Sections en état 4 :	3	15 %		2	11 %	
Total :	20	100 %		18	100 %	

Cette étude de la distribution longitudinale de l'état de santé d'un tronçon concerne chacun des indicateurs de dysfonctionnement évalués par observation ou à partir d'observations :

- INF4-E/O-T et EXF4-E/O-T, risque d'infiltration / d'exfiltration ;
- HYD3-E/O-T, réduction de la capacité hydraulique ;
- ENS4-E/O-T, risque d'ensablement ;
- BOU4-E/O-T, risque de bouchage ;
- DSC7-O-T, dégradation constatée du complexe sol-conduite ;
- ATC7-O-T, dégradation par attaque chimique ;
- RAC4-O-T, dégradation par intrusion de racines ;
- ABR4-O-T, dégradation par abrasion ;
- EFF3-E/O-T, niveau d'endommagement constaté ;

L'orientation vers une réhabilitation ponctuelle plutôt que continue concernera donc les tronçons pour lesquels **les mêmes sections** concentrent les problèmes rencontrés sur chacun de ces indicateurs¹⁸. Pour évaluer cette condition il suffit de construire et visualiser le profil longitudinal d'un indicateur global $EDS = \text{MAX} \{INF4, EXF4, HYD3, ENS4, BOU4, DSC7, ATC7, RAC4, ABR4, EFF3\}$, et de calculer l'indice de concentration correspondant IC-EDS.

¹⁸ De nombreux types de désordres étant pris en compte simultanément dans plusieurs de ces indicateurs de dysfonctionnement (avec cependant des poids différents), on peut attendre une assez forte corrélation entre les différents profils longitudinaux. Cependant, dans certains cas, on pourra observer une non-correspondance entre les pointes de plusieurs profils d'état de santé : par exemple une importante limitation de la capacité hydraulique (HYD3 = 4) et des défauts d'étanchéité importants (INF4 / EXF4 = 4), sur des sections différentes du tronçon.

9.3 LES FONCTIONS DE SURVIE

9.3.1 La construction des fonctions de survie

Nous présentons ici à titre illustratif les travaux de Baur & Herz (2002) qui proposent l'utilisation de fonctions de survie pour l'organisation des inspections de conduites d'assainissement.

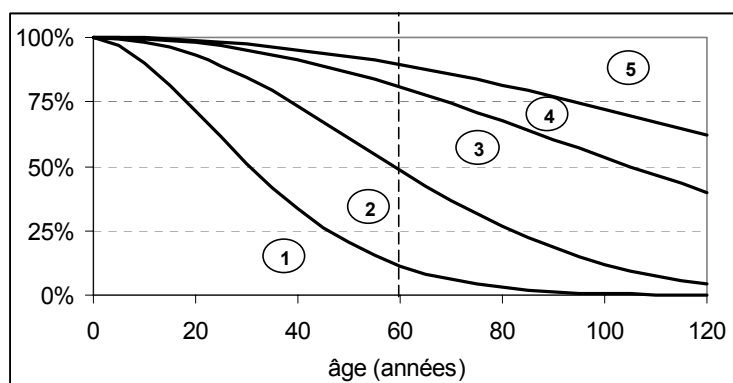


Figure 36 : fonctions de survie pour cinq états de dégradation successifs

Une fonction de survie $S(t)$ associée à deux états possibles (A puis B) correspond au taux de survivants (ou probabilité de survie) dans l'état A en fonction de l'âge t .

Lorsque cinq états successifs sont considérés, quatre fonctions de survie doivent alors être calées à l'aide de résultats d'inspections. Les quatre courbes de la Figure 36 correspondent respectivement :

- au pourcentage de tronçons toujours en état 1 (bon état) à l'âge t ;
- au pourcentage de tronçons en état 1 ou 2 à l'âge t ;
- au pourcentage de tronçons en état 1, 2 ou 3 à l'âge t ;
- au pourcentage de tronçons en état 1, 2, 3 ou 4 à l'âge t .

Sur cette figure, les quatre modèles, construits à partir de l'étude d'un échantillon de tronçons de la ville de Dresde (D), amènent à considérer qu'à l'âge de 60 ans, environ 50 % des tronçons sont en état 1 ou 2, environ 30 % sont en état 3, et environ 20 % des tronçons sont en état 4 ou 5.

Les auteurs appellent « âge médian » d'une transition de l'état k vers l'état $k+1$ l'âge correspondant à une probabilité de 50 %. Par exemple, l'âge médian du passage de l'état 3 à l'état 4 est de 104 ans.

Le Tableau 75 présente d'autres résultats obtenus sur le patrimoine de la ville de Dresde. Les colonnes A à F correspondent à six découpages différents de l'échantillon

de tronçons étudiés : en fonction de la période de pose, du matériau, de la forme du collecteur, du type de réseau, du diamètre, enfin du type de voie de circulation.

Les fonctions de survie entre état k et état $k+1$ ont été calées pour chacun de ces six découpages. Chacune des quatre colonnes de droite indique l'estimation obtenue pour l'âge médian de la transition de l'état k vers l'état $k+1$.

Tableau 75 : résultats obtenus sur le cas de Dresde, d'après Baur & Herz (2002)

A Période de pose	B Matériau	C Forme	D Réseau	E Diamètre	F Voie	Modalités des variables	1 ↓ 2	2 ↓ 3	3 ↓ 4	4 ↓ 5
x						1940 → ...	8	13	34	52
	x					PVC	7	11	36	57
		x				Circulaire	21	47	83	100
			x			Eaux usées	26	53	87	108
				x		< 300 mm	24	49	91	124
				x		> 1000 mm	43	81	96	99
					x	Voies secondaires	26	56	97	126
			x			Eaux pluviales	21	56	98	133
x						1900 – 1940	42	65	104	131
						Ensemble de l'échantillon	29	60	104	135
					x	Voies principales	31	62	108	141
			x			Unitaire	33	62	108	142
				x		300 mm < D < 1000 mm	33	67	121	178
	x					Béton	33	74	143	485
		x				Ovoïde	44	77	145	208
x						... → 1900	48	81	155	309
	x					Maçonnerie	32	60	158	354

Pour l'ensemble de l'échantillon étudié les âges médians sont de 29, 60, 104 et 135 ans. Les résultats obtenus pour les conduites posées entre 1900 et 1940 sont très proches : 42, 65, 104 et 131 ans, tandis que pour les conduites posées depuis 1940, les estimations obtenues sont plus alarmantes : 8, 13, 34 et 52 ans...

9.3.2 L'utilisation des fonctions de survie

Les fonctions de survie peuvent être utilisées pour estimer l'état général d'un tronçon non inspecté récemment.

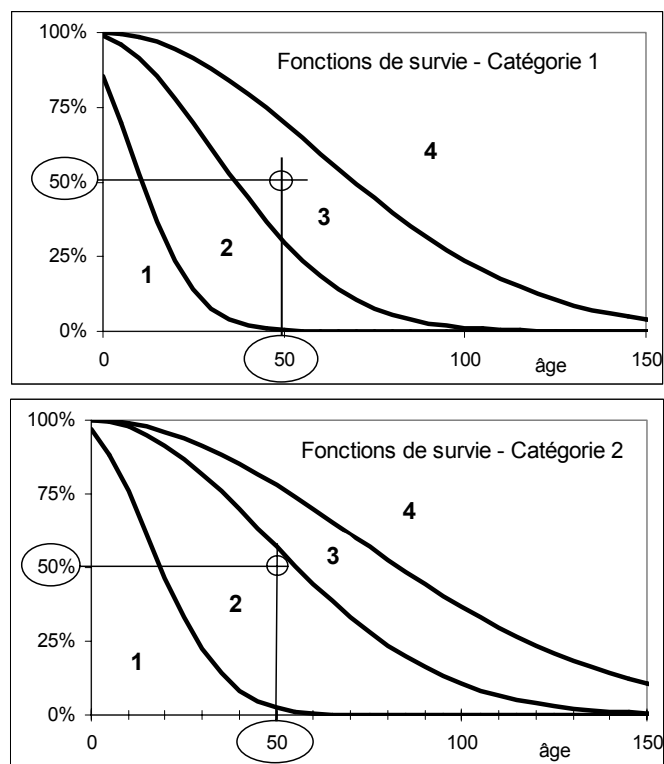


Figure 37 : utilisation des fonctions de survie pour l'estimation de l'état d'un tronçon sans inspection préalable (illustration pour deux catégories de tronçons)

Pour un tronçon jamais inspecté (Figure 37) l'état structurel du tronçon peut être estimé à partir des fonctions de survie de la catégorie à laquelle appartient ce tronçon, de son âge (connu ou estimé), et en affectant au tronçon un comportement « médian » (ligne des 50 %).

Par exemple, un tronçon de 50 ans appartenant à la catégorie 1 est présumé en état 3, tandis qu'un tronçon de 50 ans appartenant à la catégorie 2 est présumé en état 2.

Pour un tronçon déjà inspecté dans le passé (Figure 38) l'estimation de son état actuel doit prendre en compte le résultat de l'inspection précédente.

Sur l'exemple présenté ci-dessous la dernière inspection a été réalisée 10 ans plus tôt. Le tronçon, alors en état 3, est maintenant présumé en état 4.

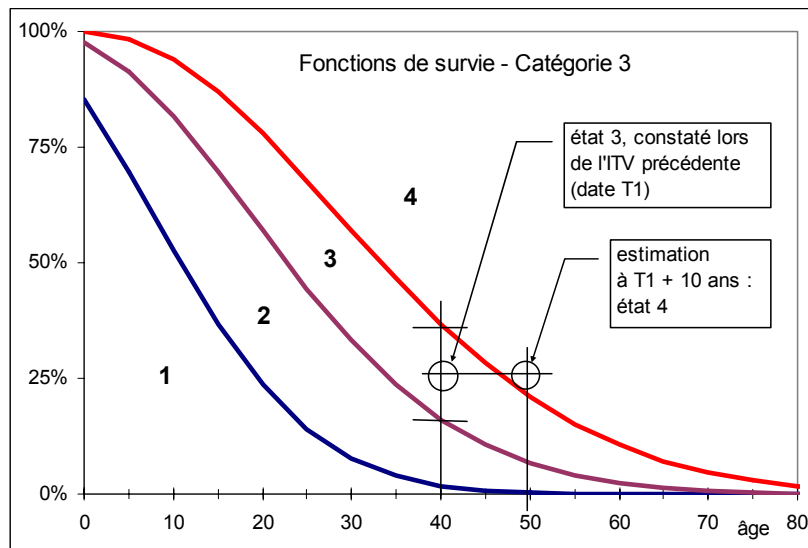


Figure 38 : utilisation des fonctions de survie pour l'estimation de l'état d'un tronçon à partir de l'état constaté lors de la dernière inspection

Des informations complémentaires aux fonctions de survie peuvent aussi être utilisées. Ainsi, le constat, sur un tronçon donné, de processus de dégradation en cours, peut amener à remplacer l'hypothèse de comportement « médian » par une hypothèse plus pessimiste. Nous présentons ce type de raisonnement, en annexe 1, dans la *Fiche 151*.
Indicateur EFF2-E/R-T : niveau d'endommagement estimé, à vérifier par investigation.

10. PERSPECTIVES

10.1 APPORTS DU GUIDE MÉTHODOLOGIQUE ET DÉVELOPPEMENTS FUTURS

10.1.1 Un cadre de référence

Dans de nombreux domaines de gestion, la question de l'aide à la décision est de plus en plus souvent abordée par l'élaboration de systèmes d'indicateurs de performance. Il s'agit en quelque sorte de recenser et de caractériser les données, issues de sources diverses (observations, mesures, avis des clients, bilan d'activité, etc.), qui, sous certaines conditions de qualité (cf. § 8.1), peuvent constituer une information support pour la gestion : révélation d'un écart entre le fonctionnement actuel et un fonctionnement souhaité, indication d'une tendance d'évolution préjudiciable, éléments d'appréciation alimentant la définition de priorités d'actions, etc.

Le présent guide méthodologique met l'accent sur le cadre formel du système d'indicateurs proposé. Notre proposition ne se limite pas à une collection d'indicateurs de natures et d'expressions disparates, mais, au contraire, elle est structurée par quelques notions et principes que nous allons rappeler ici :

- distinction entre *défauts*, *dysfonctionnements* et *impacts* de l'état de santé des éléments du patrimoine ;
- prise en compte d'informations disponibles ou accessibles à plusieurs échelles : *tronçon*, *secteur*, *bassin versant* ;
- distinction de plusieurs familles d'indicateurs : *observés*, *estimés à partir d'observations*, *estimés à partir de la connaissance de facteurs de risque*, voire *indicateurs composites* issus du croisement de plusieurs indicateurs simples ;
- enfin, recoupement des informations au sein de *critères de décision* qui permettent de définir des *priorités d'investigations* puis des *priorités de réhabilitations*.

Cette structure logique constitue un cadre de référence, utile pour une démarche systématique de construction des indicateurs, mais également support pour de futurs développements ou ajustements du système proposé.

10.1.2 Calage et validation du système d'indicateurs

Comme nous l'avons évoqué dans le chapitre 3 de ce guide, la construction d'outils pour l'aide à la gestion des patrimoines se heurte à une situation de cercle vicieux : en

l'absence d'outils, peu de données sont acquises et organisées par les gestionnaires de réseaux ; en l'absence de données, il est difficile de construire et tester des modèles d'aide à la gestion.

Aussi, le programme de recherche qui a conduit à ce guide a-t-il été mené suivant deux approches complémentaires :

- élaboration et test de modèles informatisés exploitant une base de données fictive (voir le chapitre 3) ;
- définition d'un système d'indicateurs de performance, dont la logique a été rappelé au titre précédent, qui devrait permettre aux gestionnaires de patrimoines d'organiser la collecte d'informations et d'exploiter efficacement ces informations.

Cependant, compte tenu du peu de données disponibles pour une expérimentation dans le cadre de cette recherche, un certain nombre de « briques » de ce système d'indicateurs nécessitent un travail de calage et de validation plus poussé.

Nous allons examiner ces besoins de calage/validation en distinguant trois types de modèles :

- les estimations à partir de facteurs de risque ;
- les estimations à partir d'observations ;
- les estimations par combinaison de plusieurs indicateurs.

10.1.2.1 Estimations à partir de facteurs de risque

Pour aider à définir les priorités d'investigations, nous avons proposé des indicateurs de dysfonctionnement qui combinent deux sources d'informations :

- **l'état de santé** du tronçon, **estimé** (ou présumé) à partir d'une connaissance statistique (les fonctions de survie établies par catégorie de tronçons) ;
- la présence ou non, sur le tronçon étudié, de **facteurs de risque spécifiques** à chaque dysfonctionnement (par exemple, position du collecteur par rapport à la nappe, pour les dysfonctionnements infiltration et exfiltration).

Le guide méthodologique ne fournit pas ces fonctions de survie... La construction de ces modèles nécessite un préalable : la constitution d'une base de données suffisamment riche et pertinente (avec des tronçons de tous âges, de tous matériaux, etc.).

La constitution progressive d'une telle base de données, à l'échelle nationale, voire européenne (puisque le codage des résultats d'inspection visuelle est désormais unifié), accessible aux équipes de recherche le souhaitant, pourrait permettre à chaque gestionnaire s'engageant dans cette démarche de bénéficier de la mutualisation des données et des modèles réalisés. Les recherches menées en Allemagne (Baur & Herz, 2002), présentées au titre 9.3.1, fournissent une première illustration des résultats escomptables.

La question qui demeure est celle du cadre dans lequel pourrait être menée cette démarche de mutualisation et des moyens financiers nécessaires à sa pérennisation.

10.1.2.2 Estimations à partir d'observations

La réalisation d'inspections visuelles permet de constater des défauts mais permet rarement d'observer directement des dysfonctionnements. Aussi avons-nous proposé des indicateurs, notés E/O, qui constituent chacun un modèle d'estimation d'un dysfonctionnement à partir d'observations de défauts.

Là encore le guide ne fournit pas des résultats fermes et définitifs ! Nous avons vu au titre 9.1, pour le cas de l'indicateur INF4-E/O-T, que la grille d'appréciation proposée permettait d'obtenir, par le calcul, une évaluation des tronçons assez proche de celle réalisée par un expert à la vue de l'enregistrement vidéo. Ce travail d'expérimentation a été limité à une centaine de tronçons, ce qui n'est pas suffisant pour affirmer la qualité du modèle proposé.

Il conviendra donc d'entreprendre des expérimentations plus étendues, permettant de fiabiliser le calage des paramètres a et P utilisés dans les grilles d'évaluation et le calage des seuils S1, S2 et S3 servant à affecter à chaque tronçon un niveau de dysfonctionnement parmi quatre.

Là aussi, comme pour la construction des fonctions de survie, une démarche de mutualisation des données s'avèrerait fort utile.

10.1.2.3 Estimations par combinaison de plusieurs indicateurs

Dans ce guide, nous avons pris le parti d'exprimer chaque indicateur selon une échelle à quatre niveaux. Ce principe offre l'intérêt de faciliter la formulation des opérateurs de combinaison des indicateurs. L'opérateur relatif au croisement de deux indicateurs est une table d'évaluation 4 x 4, qui peut être remplie en répondant à des questions telles que :

- l'une des deux informations est-elle suffisante ? ou bien la conjonction des deux observations est-elle requise ?
- existe-t-il un effet de synergie entre les deux processus correspondant aux deux indicateurs combinés ?
- etc.

En contrepartie, cette approche nécessite de traduire les données brutes (par exemple un débit, une fréquence, une note, etc.) en un niveau (de 1 à 4), et ce, à partir d'une comparaison avec trois seuils qui constituent les limites entre niveaux.

Nous avons proposé dans ce guide un certain nombre de triplets de seuils. Ces triplets doivent être considérés comme des propositions initiales, n'ayant pas fait l'objet d'un test en vraie grandeur sur un réseau donné.

La fixation de ces seuils peut d'ailleurs relever de deux approches possibles :

- selon une première approche, les seuils sont considérés comme des références absolues, qui permettent de distinguer quatre types de situations : très satisfaisantes / satisfaisantes / non satisfaisantes mais tolérables / non tolérables ;

- selon une seconde approche, les seuils permettent de réaliser une évaluation relative des situations, des plus satisfaisantes au moins acceptables ; cette classification ayant uniquement pour objectif de définir des priorités d'interventions (investigations ou réhabilitations), sans prétention à établir un bilan du patrimoine dans l'absolu.

La première approche est plus ambitieuse que la seconde, et il semble difficile de pouvoir justifier la définition de seuils absolus, sauf dans le cas de l'existence de contraintes réglementaires ou d'une procédure d'autorisation.

La seconde approche est d'ordre pragmatique. Des seuils pourront par exemple être ajustés en vue d'isoler un certain pourcentage du linéaire en niveaux 3 et 4 (par exemple 10 % et 5 %) vis-à-vis de tel critère d'investigation ou de réhabilitation.

L'expérimentation complète du système d'indicateurs, sur un (des) site(s), constituera la seule manière d'examiner plus avant cette question de la fixation des seuils d'appréciation.

10.2 OUTILS DÉVELOPPÉS DANS LE CADRE DU PROJET EUROPÉEN CARE-S

CARE-S (*Computer aided rehabilitation of sewer networks*) est un projet de recherche financé par la Commission Européenne, d'octobre 2002 à mars 2005, et dont les objectifs recourent largement ceux du présent guide.

CARE-S a mis à contribution les connaissances techniques et scientifiques de 15 laboratoires de recherche et de 19 services urbains d'assainissement européens (une participation australienne doit aussi être mentionnée), représentatifs de la diversité européenne des conditions géographiques, climatiques et socio-économiques (Saegrov & Schilling, 2004).

Le projet CARE-S a été organisé en 10 modules (ou WP pour « *Work Packages* ») :

- le WP1, coordonné par le Laboratoire National de Génie Civil (LNEC) de Lisbonne (Portugal), visait à sélectionner, au sein de la liste établie par l'IWA, un jeu d'indicateurs de performance pertinents pour les opérations de maintenance et réhabilitation (Matos *et al.*, 2004) (voir Annexe 7) ;
- le WP2, coordonné par l'Université d'Aalborg (Danemark), visait à produire des modules de calcul pour modéliser les risques d'occurrence des principaux défauts et dysfonctionnements affectant les canalisations et les regards ;
- le WP3, sous la coordination de l'Université de Bologne (Italie), a porté sur la production de modules de calcul pour modéliser les performances hydrauliques du réseau à différentes échelles (canalisation, secteur, réseau) ;
- sous la houlette du CLABSA de Barcelone (Espagne), le WP4 a porté sur la description des différentes options technologiques de maintenance et réhabilitation ;
- coordonné par l'ENGEES de Strasbourg (France) le WP5 a porté sur l'évaluation des conséquences économiques et sociales des défaillances du réseau et des travaux mis en œuvre pour y remédier ;

- le WP6 a été dédié à l'aide à la décision multicritère, sous la responsabilité de l'Université de Dresde (Allemagne) ;
- le WP7, coordonné par le WRC de Swindon (Royaume Uni), correspond à la production du logiciel final de CARE-S, qui propose à l'utilisateur l'ensemble des outils de gestion technico-économiques issus des WP1 à 6 ;
- sous la coordination du SINTEF de Trondheim (Norvège), les WP8, 9 et 10 correspondent respectivement à la formation des utilisateurs de CARE-S, la dissémination des résultats (articles scientifiques, conférences, cours universitaires), l'administration et la coordination globales du projet.

Le logiciel CARE-S devrait être disponible (en tant que prototype) au cours de l'année 2005, et son utilisation devrait autoriser l'exploitation rationnelle des informations disponibles dans les bases de données urbaines accessibles aux services d'assainissement. Les principales fonctionnalités sont les suivantes :

- un modèle d'organisation et de gestion des données techniques, et de leur visualisation grâce à une interface graphique de type SIG ;
- un tableau de bord d'indicateurs de performance permettant le suivi dans le temps des performances technico-économiques du réseau ;
- des modèles de risque d'infiltration et de bouchage (en distinguant intrusions de racines et accumulations de matières) ;
- un modèle statistique de dégradation structurale des conduites et des regards, utilisable en prévision à horizon de 1 à 30 ans, dont le concept de base réunit les notions de matrice markovienne de transition entre états discrets de détérioration, fonctions de survie et risques relatifs afférents à des facteurs de dégradation (cf. 3.3.6) ;
- un modèle déterministe de corrosion des canalisations en béton destiné au diagnostic fin de l'état, et des mesures correctives ou préventives adaptées, pour un petit nombre de canalisations désignées comme étant particulièrement exposées par les modèles précédents ;
- des modèles hydrauliques permettant de simuler les conséquences (débordements) de défauts (réduction de capacité hydraulique) sur certaines canalisations ou secteurs du réseau ;
- un guide détaillé des techniques de maintenance et réhabilitation disponibles, incluant des éléments de coût ;
- un guide d'évaluation des coûts sociaux des dysfonctionnements du réseau et des travaux correctifs, ainsi que de leur acceptabilité par le public ;
- un module d'aide à la décision multicritère intégrant les informations des outils précédents, et adapté soit au niveau d'un projet particulier (contraintes locales et leurs conséquences technologiques), soit au niveau de l'élaboration d'un programme annuel (priorités des conduites à réhabiliter, cf. 5.2), soit encore au niveau de l'évaluation de stratégies de maintenance et réhabilitation globales sur le moyen et long terme (cf. 3.3.5).

Des différences d'approche sont à noter entre les concepts présentés dans ce guide, et ceux proposés par CARE-S ; elles concernent particulièrement :

- l'absence de distinction, dans CARE-S, entre les notions de *défaut* et de *dysfonctionnement* ;
- l'absence de préoccupation dans CARE-S vis-à-vis des programmes d'investitions, considérés généralement comme soit découlant de contraintes réglementaires (obligation faite par contrat d'inspecter un pourcentage donné du linéaire par an), soit comme étant partie intégrante de l'étude d'un projet particulier ;
- le parti pris de laisser les indicateurs dans leur échelle naturelle d'origine, alors que le présent guide pratique une transformation systématique en classes qualitatives (généralement niveaux 1 à 4).

On peut cependant considérer que les méthodologies du projet national RERAU et du projet européen CARE-S devraient aboutir à des résultats pratiques fortement convergents, et que le logiciel CARE-S devrait permettre dans une large mesure la mise en pratique des concepts décrits dans le présent guide.

10.3 DES PERSPECTIVES D'EXPLOITATION DES DONNÉES

L'acquisition des données, le contrôle, le stockage sous une forme exploitable (cf. les préconisations du chapitre 8), la mise à jour... constituent des activités coûteuses (en temps et en argent) et doivent donc être justifiées et guidées par des buts opérationnels précis.

Faute de perspectives d'exploitation bien définies, les bases de données nécessaires ou utiles à une gestion patrimoniale des réseaux sont encore peu disponibles dans les services d'assainissement (voir les résultats de l'enquête présentés au chapitre 7).

Ce guide méthodologique, et en particulier le système d'indicateurs et de critères proposé, tout comme les modèles et outils informatiques développés dans le cadre du projet CARE-S ou de projets analogues, offrent aujourd'hui d'importantes perspectives d'exploitation des données des collectivités.

Le système d'indicateurs et de critères présenté dans ce guide offre un cadre de référence pour l'utilisation des données déjà disponibles mais aussi pour l'acquisition, et/ou le stockage sous une forme exploitable, de données complémentaires.

Comme nous l'avons expliqué au § 10.1, ce système nécessite évidemment d'être testé puis ajusté. Un cadre méthodologique s'appuyant essentiellement sur des modèles qualitatifs a été établi. Il reste à paramétrer ces modèles (modèles de vieillissement, modèles de relations entre défauts et dysfonctionnements...), puis à valider la méthodologie sur des critères tels que ses capacités de hiérarchisation, sa souplesse, ou encore sa robustesse vis-à-vis de données lacunaires.

Pour ces deux objectifs (calage des modèles, validation de la méthodologie) la constitution de jeux de données cohérents, concernant un échantillon représentatif de tronçons ayant bénéficié d'ITV codifiées, et si possible des autres informations utilisées dans la méthode est une priorité.

Pour la construction des modèles à l'échelle du tronçon, la notion de réseau reste subsidiaire, et la mutualisation des données issues de diverses collectivités devrait être envisagée (cf. § 10.1).

La gestion du patrimoine des ouvrages commence par la constitution d'un patrimoine de données.

Page gauche blanche

ANNEXES

page gauche blanche

ANNEXE 1.

FICHES DES INDICATEURS ET DES CRITÈRES

Cette annexe regroupe l'ensemble des fiches des indicateurs et des critères proposés :

- indicateurs de dysfonctionnement ;
- indicateurs de vulnérabilité ;
- indicateurs d'impact ;
- critères d'investigation ;
- critères de réhabilitation.

(Un index des fiches est proposé dans les pages suivantes.)

Les deux tableaux ci-dessous rappellent les typologies utilisées pour les dysfonctionnements d'une part, et pour les impacts d'autre part.

Tableau 76 : typologie des dysfonctionnements

INF – infiltration ; EXF – exfiltration ; HYD – diminution de la capacité hydraulique ; DEB – débordements (inondation) ; DEV – déversements anormaux ; ENS – ensablement ; BOU – bouchage ;	DSC – déstabilisation du complexe sol-conduite ATC – attaque chimique en cours ; RAC – dégradation en cours par intrusion de racines ; ABR – dégradation en cours par abrasion ; EFF – altération de l'intégrité structurale, risque d'effondrement.
--	--

Tableau 77 : typologie des impacts

POL - pollution des eaux de surface, par débordements, surverses, ou perturbation des filières d'épuration ; PON - pollution des sols et des eaux souterraines ; NUH - nuisances « hydrauliques » : interruption de service, odeurs, inondations, en domaine privé ou sur la voie publique ; TRA - nuisances diverses (y compris celles qui sont dues aux opérations d'exploitation) : perturbation du trafic (hors inondations), bruit, accès aux commerces ;	DOB – dommages au bâti, y compris infiltrations en cave ; CXR – surcoûts d'exploitation du réseau (y compris le coût de la réduction de la durée de vie des équipements) ; CXS - surcoûts d'exploitation de la station d'épuration, y compris le déficit d'aides publiques ; CDV - coût de la réduction de la durée de vie des ouvrages, et surcoût des interventions curatives par rapport à des interventions préventives ou proactives.
---	---

Comme nous l'avons indiqué au titre 4.3, plusieurs types d'indicateurs ont été définis, selon la nature des informations utilisées pour leur évaluation. Le type d'un indicateur de dysfonctionnement est intégré dans l'identifiant (ou code) de l'indicateur, selon le principe suivant :

- DYS-O-T : indicateur relatif au dysfonctionnement DYS, évalué par observation directe (O) à l'échelle du tronçon (T) ;
- DYS-O-BV : indicateur relatif au dysfonctionnement DYS, évalué par observation directe (O) à l'échelle d'un bassin versant (BV) ;
- DYS-E/O-T : indicateur relatif au dysfonctionnement DYS, évalué à partir d'observations (E/O) à l'échelle du tronçon (T) ;
- DYS-E/R-T : indicateur relatif au dysfonctionnement DYS, évalué à partir de la connaissance de facteurs de risque (E/R) à l'échelle du tronçon (T) ;
- DYS-C-T : indicateur composite, c'est-à-dire évalué à partir de plusieurs autres indicateurs ;

De même, les types d'indicateurs d'impact sont signalés par les abréviations O, E/O ou C, et T ou BV.

La Figure 39 rappelle le principe de formation des critères d'investigation et de réhabilitation. Ceux-ci sont définis à partir des indicateurs (de dysfonctionnement, de vulnérabilité et d'impact) eux-mêmes évalués à partir des données de base telles que les données sur l'environnement urbain, les coûts unitaires d'exploitation, les résultats d'inspections visuelles ou d'auscultations, etc.

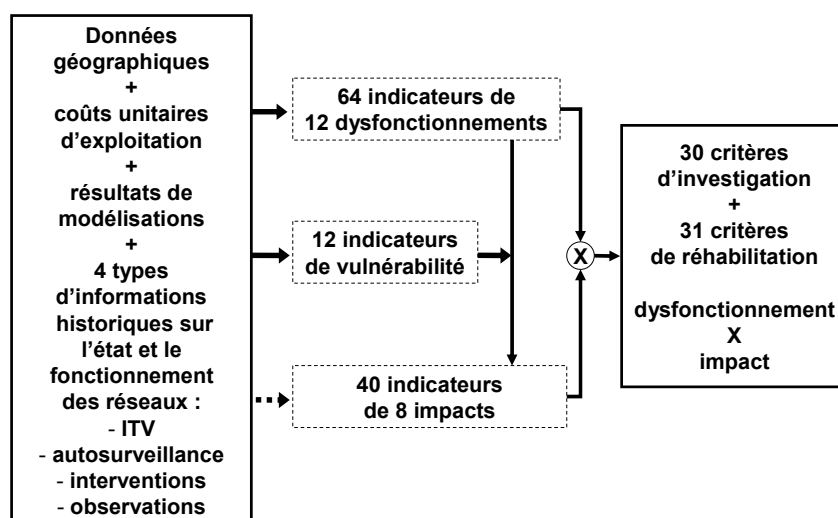


Figure 39 : rappel sur le principe de formation des critères d'investigation et de réhabilitation

INDEX DES FICHES

INFILTRATION

Fiche 1. Indicateurs INF1x-O-BV : taux d'eaux parasites à l'exutoire d'un bassin versant	224
Fiche 2. Indicateur INF2-E/R-T : facteurs de risque d'infiltration	225
Fiche 3. Indicateur INF3-O-T : niveau d'infiltration constaté.....	226
Fiche 4. Indicateur INF4-E/O-T : défaut d'étanchéité pour infiltration, estimé par inspection TV	227
Fiche 5. Indicateur INF5-E/R-T : risque d'infiltration à vérifier par inspection TV	229
Fiche 6. Indicateur INF6-E/O-T : risque d'infiltration estimé après inspection TV	230
Fiche 7. Indicateur INF7-C-T : indicateur global d'infiltration, pour décision d'inspection	231
Fiche 8. Indicateur INF8-C-T : indicateur global d'infiltration, pour décision de réhabilitation.....	232
Fiche 9. Indicateur de vulnérabilité V-STEP-INF : sensibilité de la station d'épuration vis-à-vis des apports d'eaux parasites d'infiltration	233
Fiche 10. Indicateur d'impact POL1-INF-STEP-E/O-BV : pollution des eaux de surface due à une dégradation des performances de la STEP.....	234
Fiche 11. Indicateur d'impact POL2b-INF-STEP-O-BV : taux de dépassement d'une autorisation de rejet de STEP.....	235
Fiche 12. Critère I/POL1/STEP/INF : inspection pour infiltrations contribuant à une réduction d'efficacité de la STEP préjudiciable au milieu récepteur.....	236
Fiche 13. Critère R/POL1/STEP/INF : réhabilitation pour infiltrations contribuant à une réduction d'efficacité de la STEP préjudiciable au milieu récepteur.....	236
Fiche 14. Critère I/POL2/DEV-TS/INF : inspection pour infiltrations contribuant à des déversements de temps sec polluant les eaux de surface.....	237
Fiche 15. Critère R/POL2/DEV-TS/INF : réhabilitation pour infiltrations contribuant à des déversements de temps sec polluant les eaux de surface.....	238
Fiche 16. Indicateur de vulnérabilité V-CXS-INF : sensibilité des coûts des traitements en STEP aux débits d'infiltration.....	239
Fiche 17. Indicateur d'impact CXS1-INF-E/O-BV : surcoût d'exploitation de station d'épuration attribuable à des apports d'eaux parasites d'infiltration.....	240
Fiche 18. Critère I/CXS/INF : inspection pour infiltrations contribuant à un surcoût d'exploitation de la STEP	241
Fiche 19. Critère R/CXS/INF : réhabilitation pour infiltrations contribuant à un surcoût d'exploitation de la STEP.....	241
Fiche 20. Indicateur de vulnérabilité V-CXR-INF : sensibilité des coûts de transport en réseau aux débits d'infiltration.....	242
Fiche 21. Indicateur d'impact CXR1-INF- E/O-BV : surcoût d'exploitation du réseau dû aux EPI	243
Fiche 22. Critère I/CXR3/INF : inspection pour infiltrations contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau	244
Fiche 23. Critère R/CXR3/INF : réhabilitation pour infiltrations contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau	244

EXFILTRATION

Fiche 24. Indicateur EXF1-O-BV : taux d'exfiltration à l'exutoire d'un bassin versant.....	245
Fiche 25. Indicateur EXF2-E/R-T : facteurs de risque d'exfiltration	245
Fiche 26. Indicateur EXF3-O-T : taux d'exfiltration constaté	246
Fiche 27. Indicateur EXF4-E/O-T : défaut d'étanchéité pour exfiltration, estimé par inspection TV.....	247
Fiche 28. Indicateur EXF5-E/R-T : risque d'exfiltration à vérifier par inspection TV	249
Fiche 29. Indicateur EXF6-E/O-T : risque d'exfiltration estimé après inspection TV	250
Fiche 30. Indicateur EXF7-C-T : indicateur global d'exfiltration, pour décision d'inspection	251
Fiche 31. Indicateur EXF8-C-T : indicateur global d'exfiltration, pour décision de réhabilitation.....	252
Fiche 32. Indicateur de vulnérabilité V-SN-PON : sensibilité des sols et des nappes à la pollution	253
Fiche 33. Critère I/PON1/EXF : inspection pour exfiltrations préjudiciables à la qualité des eaux souterraines et des sols.....	254
Fiche 34. Critère R/PON1 /EXF : réhabilitation pour exfiltrations préjudiciables à la qualité des eaux souterraines et des sols.....	254
Fiche 35. Indicateur de vulnérabilité V-URB-DOB-EXF : sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des dommages aux bâtiments par exfiltration.....	255
Fiche 36. Indicateur d'impact DOB1-O-T : infiltrations dans un bâtiment.....	255
Fiche 37. Critère I/DOB2/EXF : inspection pour exfiltrations provoquant des dommages au bâti	256
Fiche 38. Critère R/DOB2/EXF : réhabilitation pour exfiltrations provoquant des dommages au bâti	256
RÉDUCTION DE LA CAPACITÉ HYDRAULIQUE	
Fiche 39. Indicateur HYD1-O-BV : zone d'occurrence de mises en charge.....	257
Fiche 40. Indicateur HYD2-O-BV : zone d'influence de mises en charge	258
Fiche 41. Indicateur HYD3-E/O-T : réduction de la capacité hydraulique, estimée par inspection	259
Fiche 42. Indicateur HYD4-C-T : réduction de la capacité hydraulique estimée par ITV, présumée contribuer à des dysfonctionnements amont.....	260
Fiche 43. Indicateur HYD5-C-T : réduction de la capacité hydraulique, à vérifier par investigation.....	261
Fiche 44. Critère I/POL3/DEVTP/HYD : inspection des limitations hydrauliques contribuant à des déversements de temps de pluie polluant les eaux de surface.....	262
Fiche 45. Critère R/POL3/DEVTP/HYD : réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des déversements de temps de pluie polluant les eaux de surface.....	263
Fiche 46. Critère I/POL7/DEB-TP/HYD : inspection des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux de surface	264
Fiche 47. Critère R/POL7/DEB-TP/HYD : réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux de surface	265
Fiche 48. Critère I/PON2/DEB-TP/HYD : inspection des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux souterraines	266
Fiche 49. Critère R/PON2/DEB-TP/HYD : réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux souterraines	267
Fiche 50. Critère I/NUH1/DEB-TP/HYD : inspection des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie préjudiciables	268
Fiche 51. Critère R/NUH1/DEB-TP/HYD : réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie préjudiciables	269
Fiche 52. Indicateur de vulnérabilité V-URB-NUH : sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des débordements	270

Fiche 53. Critère R/NUH5/DEB-TP/HYD : réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à un risque de débordements de temps de pluie préjudiciables	271
--	-----

DÉBORDEMENT

Fiche 54. Indicateur DEB4-TS-O-BV : fréquence de débordement en temps sec.....	272
Fiche 55. Indicateur DEB5-TP-O-BV : fréquence de débordement en temps de pluie.....	273
Fiche 56. Indicateur d'impact NUH1-DEB-TP-E/O-BV : nuisances des débordements de temps de pluie..	274
Fiche 57. Indicateur d'impact NUH2-DEB-TS-E/O-BV : nuisances des débordements de temps sec.....	275
Fiche 58. Indicateur d'impact NUH3-DEB-TSTP-E/O-BV : nuisances des débordements de temps sec ou de temps de pluie.....	276
Fiche 59. Indicateur d'impact POL7-DEB-TP-E/O-BV : pollution des eaux de surface par des débordements de temps de pluie.....	277
Fiche 60. Indicateur d'impact POL8-DEB-TSTP-E/O-BV : pollution des eaux de surface par des débordements de temps sec ou de temps de pluie.....	278
Fiche 61. Indicateur d'impact PON1-DEBTP-E/O-BV : pollution des eaux souterraines par des débordements de temps de pluie	279
Fiche 62. Indicateur d'impact PON2-DEB-TSTP-E/O-BV : pollution des eaux souterraines par des débordements de temps sec ou de temps de pluie.....	280

DÉVERSEMENT

Fiche 63. Indicateur DEV4-TS-O-BV : fréquence de déversement en temps sec.....	281
Fiche 64. Indicateur DEV5-TP-O-BV : fréquence de déversement en temps de pluie.....	282
Fiche 65. Indicateur d'impact POL2a-DEV-O-BV : taux de dépassement d'une autorisation de rejet pour un déversoir d'orage	283
Fiche 66. Indicateur de vulnérabilité V-ES-POL : sensibilité des eaux de surface à la pollution.....	284
Fiche 67. Indicateur d'impact POL3a-DEV-TS-E/O-BV : pollution des eaux de surface par des déversements de temps sec dus à des problèmes aval	285
Fiche 68. Indicateur d'impact POL3b-DEV-TS-E/O-BV : pollution des eaux de surface par des déversements de temps sec dus aux infiltrations.....	286
Fiche 69. Indicateur d'impact POL4-DEV-TP-E/O-BV : pollution des eaux de surface par des déversements de temps de pluie.....	287
Fiche 70. Indicateur d'impact POL5a-DEV-TP-E/O-BV : indicateur global de pollution des eaux de surface par des déversements de temps de pluie, dus à des problèmes aval	288
Fiche 71. Indicateur d'impact POL5b-DEV-TP-E/O-BV : indicateur global de pollution des eaux de surface par des déversements de temps de pluie, reprenant des dépôts amont	289
Fiche 72. Indicateur d'impact POL6-DEV-TSTP-E/O-BV : indicateur global de pollution des eaux de surface par des surverses de temps sec ou de temps de pluie	290

ENSABLEMENT

Fiche 73. Indicateur ENS1-O-T : fréquence de curage pratiquée	291
Fiche 74. Indicateur ENS3-O-T : niveau maximum d'ensablement.....	291
Fiche 75. Indicateur ENS4-E/O-T : risque d'ensablement estimé à partir d'une inspection visuelle.....	292
Fiche 76. Indicateur ENS5-C-T : ensablement potentiellement d'origine structurelle et préjudiciable à la capacité hydraulique.....	293
Fiche 77. Indicateur ENS6-C-T : ensablement d'origine structurelle et préjudiciable à la capacité hydraulique	294
Fiche 78. Indicateur ENS7-C-T : indicateur global d'ensablement observé d'origine structurelle susceptible de se répercuter sur la qualité des surverses aval	295

Fiche 79. Indicateur ENS8-C-T : risque d'ensablement d'origine structurelle préjudiciable aux surverses aval	296
Fiche 80. Critère I/POL5/DEV/ENS : inspections des causes d'ensablement contribuant à des déversements amont polluant les eaux de surface	297
Fiche 81. Critère R/POL5/DEV/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des déversements amont polluant les eaux de surface	297
Fiche 82. Critère I/POL6/DEV/ENS : inspection des causes d'ensablement contribuant à la pollution de déversements aval.....	298
Fiche 83. Critère R/POL6/DEV/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à la pollution de déversements aval.....	298
Fiche 84. Critère I/POL8/DEB/ENS : inspection des causes d'ensablement contribuant à des débordements amont polluant les eaux de surface	299
Fiche 85. Critère R/POL8/DEB/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des débordements amont polluant les eaux de surface.....	299
Fiche 86. Critère I/PON3/DEB/ENS : inspection des causes d'ensablement contribuant à des débordements à l'amont polluant les eaux souterraines.	300
Fiche 87. Critère R/PON3/DEB/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des débordements à l'amont polluant les eaux souterraines	300
Fiche 88. Critère INUH3/DEB-TSTP/ENS : inspection des causes d'ensablement contribuant à des débordements préjudiciables.....	301
Fiche 89. Critère R/NUH3/DEB-TSTP/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des débordements préjudiciables.....	301
Fiche 90. Indicateur de vulnérabilité V-CXR-ENS : sensibilité des coûts d'exploitation du réseau à la fréquence de curage.....	302
Fiche 91. Indicateur d'impact CXR2-ENS-E/O-T : surcoût d'exploitation dû aux curages	302
Fiche 92. Critère I/CXR1/ENS : inspection des causes d'ensablement entraînant des coûts de curage prohibitifs.....	303
Fiche 93. Critère R/CXR1/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement entraînant des coûts de curage prohibitifs.....	303
Fiche 94. Indicateur de vulnérabilité V-URB-TRA : sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis de perturbations diverses	304
Fiche 95. Indicateur d'impact TRA1-ENS-E/O-T : nuisances dues au curage	305
Fiche 96. Critère I/TRA2/ENS : inspection des causes d'ensablement contribuant à des nuisances d'exploitation	306
Fiche 97. Critère R/TRA2/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des nuisances d'exploitation	306
BOUCHAGE	
Fiche 98. Indicateur BOU3-O-T : fréquence de bouchage	307
Fiche 99 Indicateur BOU4-E/O-T : risque de bouchage, estimé par inspection TV	308
Fiche 100. Indicateur BOU5-C-T : indicateur global de bouchage préjudiciable à la capacité hydraulique, pour décision d'investigation.....	309
Fiche 101. Indicateur BOU6-C-T: indicateur global de bouchage préjudiciable à la capacité hydraulique pour décision de réhabilitation	310
Fiche 102. Critère IPOL4/DEV/BOU : inspection des causes de bouchage contribuant à des surverses polluantes.....	311

Fiche 103. Critère RPOL4/DEV/BOU : réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des surverses polluantes.....	311
Fiche 104. Critère I/POL9/DEB/BOU : investigation des causes de bouchage contribuant à des débordements à l'amont polluant les eaux de surface	312
Fiche 105. Critère R/POL9/DEB/BOU : réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des débordements à l'amont polluant les eaux de surface	312
Fiche 106. Critère I/PON4/DEB/BOU : investigation des causes de bouchage contribuant à des débordements amont polluant les eaux souterraines.....	313
Fiche 107. Critère R/PON4/DEB/BOU : réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des débordements amont polluant les eaux souterraines.....	313
Fiche 108. Critère I/NUH2/DEB-TSTP/BOU : investigation des causes de bouchage contribuant à des débordements préjudiciables.....	314
Fiche 109. Critère R/NUH2/DEB-TSTP/BOU : réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des débordements préjudiciables.....	314
Fiche 110. Critère I/NUH4/DEB/BOU : investigation des causes de bouchages susceptibles de provoquer des débordements préjudiciables.....	315
Fiche 111. Critère R/NUH4/DEB/BOU : réhabilitation des causes de bouchages susceptibles de provoquer des débordements préjudiciables.....	316
Fiche 112. Indicateur d'impact TRA2-BOU-E/O-T : nuisances dues aux bouchages et aux interventions y afférentes.....	317
Fiche 113. Critère I/TRA3/BOU : inspection des causes de bouchage contribuant à des nuisances d'exploitation.....	318
Fiche 114. Critère R/TRA3/BOU : réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des nuisances d'exploitation.....	318
Fiche 115. Indicateur de vulnérabilité V-CXR-BOU : sensibilité des coûts d'exploitation du réseau à la fréquence de bouchage	319
Fiche 116. Indicateur d'impact CXR3-BOU-E/O-T : surcoût d'exploitation dû aux interventions pour bouchage	319
Fiche 117. Critère I/CXR2/BOU : inspection des causes de bouchages contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau.....	320
Fiche 118. Critère R/CXR2/BOU : réhabilitation des causes de bouchages contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau.....	320
DÉGRADATION DU COMPLEXE SOL-CONDUITE	
Fiche 119. Indicateur DSC1 : facteurs de risque externes, pour une dégradation du complexe sol-conduite	321
Fiche 120. Indicateur DSC2 : facteurs de risque internes, pour une dégradation du complexe sol-conduite	322
Fiche 121. Indicateur DSC3-C-T : facteurs de risque, pour une dégradation du complexe sol-conduite, estimés avant investigation.....	323
Fiche 122. Indicateurs DSC4 : risque de réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite, à vérifier par inspection.....	324
Fiche 123. Indicateur DSC5-C-T : facteurs de risque internes à la conduite, pour une dégradation du complexe sol-conduite, estimés après investigation	325
Fiche 124. Indicateur DSC6-C-T : facteurs de risque, pour une dégradation du complexe sol-conduite, estimés après investigation	326
Fiche 125. Indicateur DSC7-O-T : dégradation constatée du complexe sol-conduite.....	327

Fiche 126. Indicateur DSC8-C-T : réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite, constatée et/ou estimée.....	328
Fiche 127. Indicateur de vulnérabilité V-CDV : facteurs de coûts en cas de remplacement de la conduite	329
Fiche 128. Critère I/CDV1/DSC : inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite	329
Fiche 129. Critère R/CDV1/DSC : réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite	330
DÉGRADATION PAR ATTAQUE CHIMIQUE	
Fiche 130. Indicateur ATC1-E/R-T : matériau sensible à une attaque chimique	331
Fiche 131. Indicateur ATC2-E/R-T : tronçon recevant des rejets pouvant être à l'origine d'une attaque chimique.....	331
Fiche 132. Indicateur ATC3-C-T : présence ou risque de présence d'H ₂ S	332
Fiche 133. indicateurs ATC4-E/O-T : tronçon à l'amont (immédiat) d'un tronçon dégradé, ne recevant pas d'effluents agressifs, et ATC5-E/O-T, tronçon à l'aval (immédiat) d'un tronçon dégradé par attaque chimique.....	332
Fiche 134. Indicateur ATC6-C-T : risque de dégradation par attaque chimique, à vérifier par investigation	333
Fiche 135. Indicateur ATC7-O-T : dégradation par attaque chimique, constatée par investigation	334
Fiche 136. Critère I/CDV2/ATC : inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par attaque chimique.....	336
Fiche 137. Critère R/CDV2/ATC : réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par attaque chimique.....	337
DÉGRADATION PAR INTRUSION DE RACINES	
Fiche 138. Indicateur RAC1-E/R-T : matériau susceptible d'être affecté par une intrusion de racines.....	338
Fiche 139. Indicateur RAC2-E/R-T : tronçon à proximité d'espèces végétales "agressives"	338
Fiche 140. Indicateur RAC3-E/R-T : risque d'intrusion de racines à vérifier par inspection	339
Fiche 141. Indicateur RAC4-O-T : réduction de la durée de vie, par intrusion de racines, constatée par investigation	340
Fiche 142. Critère I/CDV3//RAC : inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par intrusion de racines.....	341
Fiche 143. Critère R/CDV3/RAC : réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par intrusion de racines	342
DÉGRADATION PAR ABRASION	
Fiche 144. Indicateur ABR1-E/R-T : matériau sensible à une abrasion / érosion	343
Fiche 145. Indicateur ABR2-E/R-T : effluent et conditions d'écoulement favorables à l'abrasion	343
Fiche 146 Indicateur ABR3-E/R-T : risque de dégradation par abrasion, à vérifier par investigation	344
Fiche 147. Indicateur ABR4-O-T : réduction de la durée de vie par abrasion, constatée par investigation.	345
Fiche 148. Critère I/CDV4/ABR : inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par abrasion	346
Fiche 149. Critère R/CDV4/ABR : réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par abrasion	347
EFFONDREMENT – ALTÉRATION DE L'INTÉGRITÉ STRUCTURALE	
Fiche 150. Indicateur EFF1-E/R-T : facteurs de risque d'un effondrement	348
Fiche 151. Indicateur EFF2-E/R-T : niveau d'endommagement estimé, à vérifier par investigation	349
Fiche 152. Indicateur EFF3-E/O-T : niveau d'endommagement constaté par investigation	351

Fiche 153. Indicateur EFF4-C-T : tendance d'évolution de l'intégrité structurale	352
Fiche 154. Indicateur EFF5-C-T : risque d'effondrement estimé après investigation	353
Fiche 155. Indicateur de vulnérabilité V-URB-DOB-EFF : sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis de dommages aux bâtiments par effondrement du collecteur.....	354
Fiche 156. Critère I/DOB1/EFF : investigation pour cause de risque de dommages par effondrement.....	355
Fiche 157. Critère R/DOB1/EFF : réhabilitation pour risque de dommages par effondrement	356
Fiche 158. Critère I/TRA1/EFF : inspection pour risque de perturbations importantes dues à un effondrement	357
Fiche 159. Critère R/TRA1/EFF : réhabilitation pour risque de perturbations importantes dues à un effondrement.....	358

LE DYSFONCTIONNEMENT *INFILTRATION* ET SES IMPACTS

Fiche 1.

Indicateurs INF1x-O-BV : taux d'eaux parasites à l'exutoire d'un bassin versant

Dysfonctionnement	INFILTRATION																														
Indicateurs de DYSFONCT.	INF1a-O-BV INF1m-O-BV INF1j-O-BV Taux d'eaux parasites d'infiltration (EPI) à l'exutoire d'un Bassin Versant (BV) : EPA, EPM, EPJ																														
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon																														
Type d'évaluation	➤ Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque																														
Unité	% converti en niveau 1/2/3/4																														
Évaluation	<p>— EPA : débit journalier moyen d'EPI (eaux parasites d'infiltration) d'une année moyenne / débit journalier EU strictes ;</p> <p>— EPM : débit mensuel maximum d'EPI d'une année moyenne / débit moyen mensuel EU strictes ;</p> <p>— EPJ : débit journalier maximum d'EPI d'une année moyenne / débit moyen journalier EU strictes ;</p> <p>On peut proposer les seuils suivants (pour INF1m, on a indiqué la correspondance <u>approximative</u> en m³ / km et en L / j / cm / km) :</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">INF1a</th> <th colspan="2">INF1m</th> <th>INF1j</th> </tr> <tr> <th></th> <th>%</th> <th>%</th> <th>m³ / j / km</th> <th>L / j / cm / km</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S1</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>10</td> <td>400</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>25</td> <td>50</td> <td>25</td> <td>1000</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>S3</td> <td>50</td> <td>100</td> <td>50</td> <td>2000</td> <td>200</td> </tr> </tbody> </table>		INF1a		INF1m		INF1j		%	%	m ³ / j / km	L / j / cm / km	%	S1	10	20	10	400	50	S2	25	50	25	1000	100	S3	50	100	50	2000	200
	INF1a		INF1m		INF1j																										
	%	%	m ³ / j / km	L / j / cm / km	%																										
S1	10	20	10	400	50																										
S2	25	50	25	1000	100																										
S3	50	100	50	2000	200																										
Commentaire	<p>Cette définition (3 indicateurs / échelles de temps explicites, référencés / volume EU) précise celle proposée par Laetitia Guérin –Schneider (2001).</p> <p>Les trois indicateurs correspondent à des raffinements successifs de la description. EPA peut suffire dans un premier temps. Les différences se situent au niveau des impacts, pas des défauts.</p>																														

Tableau 78 : méthodes débitométriques et chimiques pour l'estimation des eaux parasites d'après (De Bénédictis, 2004)

Méthode	références bibliographiques
Différence des débits journaliers	(Joannis, 1994)
Débits nocturnes	(Renault, 1983) et (Joannis, 1994)
Paramètres de forme	(Joannis, 1994)
Données d'Imhoff	(Renault, 1983)
Autres méthodes	(De Bénédictis, 2004)

Fiche 2.
Indicateur INF2-E/R-T : facteurs de risque d'infiltration

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Indicateur de DYSFONCT.	INF2-E/R -T Facteurs de risque d'infiltration (niveau de nappe)
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3
Évaluation	1 : niveau de nappe constamment inférieur au radier, ou remblai étanche ; 2 : niveau de nappe temporairement supérieur à la cote du radier (valeur par défaut en l'absence d'information) ; 3 : niveau de nappe fréquemment ou en permanence supérieur à la cote du radier.

Fiche 3.
Indicateur INF3-O-T : niveau d'infiltration constaté

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Indicateur de DYSFONCT.	INF3-O-T Niveau d'infiltration constaté (par ITV ou débitmétrie)
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	<p>a) L'appréciation du niveau d'infiltration sur un tronçon peut être réalisée à partir des observations issues d'une ITV : voir le Tableau 79. La norme EN 13508-2 propose 4 niveaux pour l'observation BBF :</p> <ul style="list-style-type: none"> - suintement (A) – lente pénétration d'eau – aucune goutte visible ; - goutte à goutte (B) – pénétration goutte à goutte – écoulement discontinu ; - écoulement (C) – écoulement continu ; - jaillissement (D) – entrée sous pression. <p>En outre la présence de concrétion (BBB A) constitue un symptôme de l'infiltration.</p> <p>b) L'appréciation du niveau d'infiltration sur un tronçon peut être réalisée à partir de mesures de débit à l'échelle du tronçon. Des seuils de densité d'infiltrations sont à poser, pour définir le niveau de dysfonctionnement, par exemple :</p> <p>Niveau 4 : > 5000 L / j / cm / km ou > 1 m3 / j / 10m Niveau 3 : > 1500 L / j / cm / km ou > 0,3 m3 / j / 10 m Niveau 2 : > 500 L / j / cm / km ou > 0,1 m3 / j / 10 m Niveau 1 : < 500 L / j / cm / km ou < 0,1 m3 / j / 10m</p>
Commentaires	<p>Dans les 2 cas, les observations doivent être contextualisées pour être interprétées (contexte hydrologique à définir) :</p> <ul style="list-style-type: none"> – l'absence d'infiltration constatée est significative (Niveau 1) si le contexte est favorable à l'infiltration (inspection réalisée après un événement pluvieux ou en période de nappe haute) ; – l'absence d'infiltration constatée n'est pas significative dans les autres cas.

Tableau 79 : évaluation de INF3-O-T à partir des résultats d'une inspection visuelle.

		niveau 1	niveau 2	niveau 3	niveau 4
Dépôts adhérents	BBB			BBB A	
Infiltration	BBF			BBF A/B	BBF C/D

Fiche 4.

Indicateur INF4-E/O-T : défaut d'étanchéité pour infiltration, estimé par inspection TV

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Indicateur de DYSFONCT.	INF4-E/O-T Défaut d'étanchéité pour infiltration, estimé par inspection TV
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé ➤ Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	<ol style="list-style-type: none"> 1 – codage Ci des observations Oi selon la norme NF EN 13508-2 ; 2 – traduction Ni des observations codées Ci, suivant le Tableau 80 ; 3 – calcul de la densité $D = N / LT$; avec $N = \sum Ni$, LT : longueur du tronçon (m) ; 4 – comparaison de D avec les seuils S1, S2, S3 : Niveau 1 si $D \leq S1$; Niveau 2 si $S1 < D \leq S2$; Niveau 3 si $S2 < D \leq S3$; Niveau 4 si $S3 < D$.
Commentaire	Une première approche des seuils S1, S2, S3 est proposée au chapitre 9.

Tableau 80 : évaluation de l'indicateur INF4-E/O-T
à partir des résultats d'une inspection visuelle

		1	α	α^2	α^3	Gravité Étendue
Déformation	BAA		BAA			x P
Fissure	BAB	B		C		x L_obs
Rupture/effondrement	BAC			A	B/C	x P
Briquetage ou éléments de maçonnerie défectueux	BAD		A	B/C	D	x P
Mortier manquant	BAE		BAE			x P
Dégradation de surface	BAF	A/C/D/E/F/G/H		B	I/Z	x L_obs
Raccordement défectueux	BAH			B/C/D		x P
Joint d'étanchéité apparent	BAI	Z		A ; #		x P
Déplacement d'assemblage	BAJ			BAJ		x P
Conduite poreuse	BAN	BAN				x L_obs
Sol visible par le défaut	BAO				BAO	x P
Vide visible par le défaut	BAP				BAP	x P
Racines	BBA			BBA		x P
Dépôts adhérents	BBB			BBB A		x P
Infiltration	BBF			BBF A/B	BBF C/D	x P

On trouvera dans le chapitre 9 un compte rendu de l'expérimentation de cette grille d'évaluation, présentant le travail de calage des paramètres α et P .

Fiche 5.
Indicateur INF5-E/R-T : risque d'infiltration à vérifier par inspection TV

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Indicateur de DYSFONCT.	INF5-E/R-T Risque d'infiltration à vérifier par inspection TV
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	INF5-E/R-T = INF2-E/R-T ⊗ EDS-E-T
Commentaire	<p>INF5-E/R-T est évalué en considérant (voir le Tableau 81) :</p> <p>1 – l'état structurel estimé (cf. §9.3) ; 2 – les facteurs de risque spécifiques à l'infiltration.</p> <p>Pour un tronçon jamais inspecté, l'état structurel est estimé à partir : 1 – des fonctions de survie utilisables pour le tronçon considéré ; 2a – d'une hypothèse de comportement « médian ».</p> <p>Pour un tronçon déjà inspecté dans le passé, l'état structurel est estimé à partir : 1 – des fonctions de survie utilisables pour le tronçon considéré ; 2b – de l'état constaté lors de la dernière inspection.</p>

Tableau 81 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur INF5-E/R-T

INF2-E/R-T	EDS-E-T	1	2	3	4
1 - niveau de nappe constamment inférieur au radier, ou remblai étanche		1	1	1	1
2 - niveau de nappe temporairement supérieur à la cote du radier		1	2	3	3
3 - niveau de nappe fréquemment ou en permanence supérieur à la cote du radier		2	3	4	4

Fiche 6.

Indicateur INF6-E/O-T : risque d'infiltration estimé après inspection TV

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Indicateur de DYSFONCT.	INF6-E/O-T Risque d'infiltration estimé après inspection TV
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé ➤ Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	INF6-E/O-T = INF2-E/R-T ⊗ INF4-E/O-T
Commentaire	INF6-C-T est évalué en considérant (cf. Tableau 82) : 1 – l'état structurel observé par ITV ; 2 – les facteurs de risque spécifiques à l'infiltration.

Tableau 82 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur INF6-E/O-T

	INF4-E/O-T	1	2	3	4
INF2-E/R-T					
1 - niveau de nappe constamment inférieur au radier, ou remblai étanche		1	1	1	1
2 - niveau de nappe temporairement supérieur à la cote du radier, ou inconnu		1	2	3	4
3 - niveau de nappe fréquemment ou en permanence supérieur à la cote du radier, et remblai perméable		1	3	4	4

Fiche 7.

Indicateur INF7-C-T : indicateur global d'infiltration, pour décision d'inspection

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Indicateur de DYSFONCT	INF7-C-T Indicateur global d'infiltration, pour décision d'inspection
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Combinaison de plusieurs indicateurs
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	INF7-C-T = INF1-O-BV ⊗ INF3-O-T ⊗ INF5-E/R-T Voir le Tableau 83.
Commentaire	<p>Ici INF3-O-T n'est pas issu d'une ITV, mais ne sera disponible que si des campagnes de mesure à l'échelle du tronçon ont été réalisées (campagnes nocturnes).</p> <p>Cas 1 : si les observations obtenues lors de l'investigation (INF3-O-T) sont significatives (constat d'infiltration, ou bien constat d'absence d'infiltration en période favorable) l'indicateur global INF7-C-T prend la valeur de l'indicateur INF3-O-T.</p> <p>Cependant, si INF3-O-T = 2, et si les infiltrations sont importantes sur le BV (INF1-O-BV = 3 ou 4) et si le tronçon est suspecté de présenter des défauts d'étanchéité significatifs et des conditions favorables à l'infiltration (INF5 ≥ 3), alors INF7-C-T = INF3-O-T + 1.</p> <p>Cas 2 : en l'absence d'observations significatives à l'échelle du tronçon (INF3-O-T = ?) l'indicateur global INF7-C-T prend la valeur de INF5-E/R-T, éventuellement minoré d'une classe si les infiltrations sont faibles sur le BV (INF1-O-BV = 1 ou 2).</p>

Tableau 83 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur INF7-C-T

INF1-O-BV INF3-O-T	1	2	3	4	? = 3
1	1		1 (+ 1 si INF5-E/R-T ≥ 3)		
2	2		2 (+ 1 si INF5-E/R-T ≥ 3)		
3	3		3		
4	4		4		
?	INF5-E/R-T - 1		INF5-E/R-T		

Fiche 8.

Indicateur INF8-C-T : indicateur global d'infiltration, pour décision de réhabilitation

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Indicateur de DYSFONCT	INF8-C-T Indicateur global d'infiltration, pour décision de réhabilitation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Combinaison de plusieurs indicateurs
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	INF8-C-T = INF1-O-BV ⊗ INF3-O-T ⊗ INF6-E/O-T Voir le Tableau 84.
Commentaire	<p>Cas 1 : si les observations obtenues lors de l'inspection (INF3-O-T) sont significatives (constat d'infiltration, ou bien constat d'absence d'infiltration en période favorable) l'indicateur global INF8-C-T prend la valeur de l'indicateur INF3-O-T.</p> <p>Cependant, si INF3-O-T = 2, et si les infiltrations sont importantes sur le BV (INF1-O-BV = 3 ou 4) et si le tronçon présente des défauts d'étanchéité significatifs et des conditions favorables à l'infiltration (INF6-E/O-T ≥ 3), alors INF8-C-T = INF3-O-T + 1.</p> <p>Cas 2 : en l'absence d'observations significatives à l'échelle du tronçon (INF3-O-T = ?) l'indicateur global INF8-C-T prend la valeur de INF6-E/O-T, éventuellement minoré d'une classe si les infiltrations sont faibles sur le BV (INF1-O-BV = 1 ou 2).</p>

Tableau 84 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur INF8-C-T

INF1-O-BV INF3-O-T	1	2	3	4	? = 3
1	1		1 (+ 1 si INF6-E/O-T ≥ 3)		
2	2		2 (+ 1 si INF6-E/O-T ≥ 3)		
3	3		3		
4	4		4		
?	INF6-E/O-T - 1		INF6-E/O-T		

Fiche 9.

Indicateur de vulnérabilité V-STEP-INF : sensibilité de la station d'épuration vis-à-vis des apports d'eaux parasites d'infiltration

Indicateur de vulnérabilité	V-STEP-INF Sensibilité de la station d'épuration vis-à-vis des apports d'eaux parasites d'infiltration
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant : STEP Tronçon
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3
Évaluation	On propose de distinguer 3 niveaux de sensibilité de la STEP : <ul style="list-style-type: none"> — niveau 1 : efficacité des traitements peu affectée par les EPI ; — niveau 2 : efficacité des traitements notablement affectée par les EPI ; — niveau 3 : efficacité des traitements fortement affectée par les EPI.
Commentaire	Trois facteurs doivent être pris en compte : <ul style="list-style-type: none"> — l'éventuel dépassement de la capacité hydraulique nominale de la STEP impliquant des baisses de rendements (entre autres par diminution du temps de séjour) à moins d'accepter des rejets directs (qui relèvent alors du dysfonctionnement Déversement) ; — les effets de la dilution sur les rendements épuratoires des procédés de traitement, même sans dépassement de la capacité hydraulique ; — la robustesse intrinsèque ou l'adaptabilité du procédé de traitement à ces types de perturbation, et la sensibilité particulière de chaque station.

Fiche 10.

Indicateur d'impact POL1-INF-STEP-E/O-BV : pollution des eaux de surface due à une dégradation des performances de la STEP

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Indicateurs d'IMPACT	POL1-INF-STEP-E/O-BV Pollution des eaux de surface due à une dégradation des performances de la STEP par dilution
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ impact estimé à partir d'observations impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	POL1-INF-STEP-E/O-BV = [(INF1a-O-BV ⊗ V-STEP-INF) ⊗ V-ES-POL] ⊗ POL2b-INF-STEP-O-BV Évaluation pas à pas à l'aide des trois tableaux ci-dessous.
Commentaire	Un fort taux d'EPI n'est pas synonyme de surcharge de station : on pourrait définir une échelle d'EPI spéciale par STEP, avec référence à la capacité nominale... ; ici l'accent a été mis sur l'effet de la dilution, qui joue même sans surcharge. La prise en compte de la capacité de la station pourra se faire par l'intermédiaire de la vulnérabilité.

Tableau 85 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL1-INF-STEP-E/O-BV

(INF1a-O-BV ⊗ V-STEP-INF) ⊗ V-ES-POL POL2b-INF-STEP-O-BV	1	2	3	4
1	1	2	2	3
2	2	3	3	4
3	2	3	4	4
4	3	3	4	4

Tableau 85b : (INF1a-O-BV ⊗ V-STEP-INF) ⊗ V-ES-POL

INF1a-O-BV ⊗ V-STEP-INF V-ES-POL (Sensibilité du milieu récepteur)	1	2	3	4
1	1	1	2	3
2	1	2	3	4
3	1	3	4	4

Tableau 85c : INF1a-O-BV ⊗ V-STEP-INF

INF1a-O-BV V-STEP-INF (sensibilité de la STEP)	1	2	3	4
1	1	1	2	2
2	1	2	3	4
3	1	3	4	4

Fiche 11.

Indicateur d'impact POL2b-INF-STEP-O-BV : taux de dépassement d'une autorisation de rejet de STEP

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Indicateur d'IMPACT	POL2b-INF-STEP-O-BV Taux de dépassement d'une autorisation de rejet pour une station d'épuration
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	➤ Impact observé Impact estimé à partir d'observations Impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	%, converti en niveau, avec, par exemple, les seuils suivants : — niveau 1 : taux = 0 % — niveau 2 : 0 % < taux ≤ 5 % — niveau 3 : 5 % < taux ≤ 10 % — niveau 4 : taux > 10 %
Évaluation	Nombre de jours avec dépassement de l'autorisation de rejet attribuable aux EPI / Nombre de jours total de la période de référence. (cumul sur n (3-5?) ans)
Commentaire	L'expression de cet indicateur doit être adaptée en fonction des termes de l'autorisation de rejet. L'attribution aux EPI est délicate et peut en première approximation se baser sur l'observation concomitante d'un dépassement de l'autorisation ET d'un taux de dilution supérieur à 2. Cet indicateur est attaché à l'ensemble du réseau.

Fiche 12.

Critère I/POL1/STEP/INF : inspection pour infiltrations contribuant à une réduction d'efficacité de la STEP préjudiciable au milieu récepteur

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Critère d'investigation	I/POL1/STEP/INF Inspection pour infiltrations contribuant à une réduction d'efficacité de la STEP préjudiciable au milieu récepteur
Évaluation	I/POL1/STEP/INF = MIN [INF7-C-T, POL1-INF-STEP-E/O-BV]
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons : <ul style="list-style-type: none"> — à l'aval desquels est observée une surcharge hydraulique d'une STEP ; — préjudiciable au milieu, traduit par POL1-INF-STEP-E/O-BV (voir la Fiche 10) ; — surcharge à laquelle le tronçon considéré est susceptible de contribuer notablement du fait de son manque d'étanchéité potentiel, traduit par INF7-C-T.

Fiche 13.

Critère R/POL1/STEP/INF : réhabilitation pour infiltrations contribuant à une réduction d'efficacité de la STEP préjudiciable au milieu récepteur

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Critère de réhabilitation	R/POL1/STEP/INF Réhabilitation pour infiltrations contribuant à une réduction d'efficacité de la STEP préjudiciable au milieu récepteur
Évaluation	R/POL1/STEP/INF = MIN[INF8-C-T, POL1-INF-STEP-E/O-BV]
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons : <ul style="list-style-type: none"> — à l'aval desquels est observée une surcharge hydraulique d'une STEP ; — préjudiciable au milieu, traduit par POL1-INF-STEP-E/O-BV, (voir la Fiche 10) ; — surcharge à laquelle le tronçon considéré contribue notablement, traduit par INF8-C-T.

Fiche 14.

Critère I/POL2/DEV-TS/INF : inspection pour infiltrations contribuant à des déversements de temps sec polluant les eaux de surface

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Critère d'investigation	I/POL2/DEV-TS/INF Inspection pour infiltrations contribuant à des déversements de temps sec polluant les eaux de surface
Évaluation	I/POL2/DEV-TS/INF = MIN [INF7-C-T, INF1-O-BV, POL3b-DEVTS-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'aval desquels sont observés des déversements préjudiciables au milieu, traduit par POL3b-DEV-TS-E/O-BV = DEV4-O-BV ⊗ V-ES-POL, (Fiche 68) ; — déversements qui peuvent être au moins en partie attribués à des débits d'infiltration globalement élevés, traduit par INF1-O-BV ; — débits d'infiltration auxquels le tronçon considéré est susceptible de contribuer notablement, du fait de son manque d'étanchéité potentiel, traduit par INF7-C-T. <p>Les définitions de BV utilisées pour calculer INF1-O-BV et POL3-DEV-TS-E/O-BV seront en général différentes :</p> <ul style="list-style-type: none"> — pour INF1-O-BV, le BV est défini par des points de mesure, ayant permis de quantifier les EPI ; — pour POL3b-DEV-TS-E/O-BV, le BV est défini par un point de surverse. <p>INF1-O-BV intervient 2 fois dans ce critère, une fois directement et une fois <i>via</i> INF7-C-T. En fait, ce sont 2 valeurs différentes de cet indicateur, car elles correspondent à 2 BV différents :</p> <ul style="list-style-type: none"> — dans INF7-C-T, INF1-O-BV correspond au plus petit BV pour lequel on dispose de mesures de débit, et contenant le tronçon concerné ; — dans I/POL2/DEV-TS/INF, INF1-O-BV correspond au plus grand BV pour lequel on dispose de mesures de débit et à l'amont de la surverse concernée. <p>Dans le cas de surverses en série, on prendra la surverse d'impact maximum, et celui-ci sera affecté à tous les tronçons situés à l'amont de la surverse considérée.</p>

Fiche 15.

Critère R/POL2/DEV-TS/INF : réhabilitation pour infiltrations contribuant à des déversements de temps sec polluant les eaux de surface

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Critère de réhabilitation	R/POL2/DEV-TS/INF Réhabilitation pour infiltrations contribuant à des déversements de temps sec polluant les eaux de surface
Évaluation	R/POL2/DEV-TS/INF = MIN [INF8-C-T, INF1-O-BV, POL3b-DEV-TS-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'aval desquels sont observés des déversements préjudiciables au milieu, traduit par POL3b-DEV-TS-E/O-BV = DEV4-O-BV ⊗ V-ES-POL, (voir la fiche Fiche 68) ; — déversements qui peuvent être au moins en partie attribués à des débits d'infiltration globalement élevés, traduit par INF1-O-BV ; — débits d'infiltration auxquels le tronçon considéré contribue notablement, traduit par INF6-C-T. <p>Les définitions de BV utilisées pour calculer INF1-O-BV- et POL3-DEV-TS-E/O-BV seront en général différentes :</p> <ul style="list-style-type: none"> — pour INF1-O-BV, le BV est défini par des points de mesure, ayant permis de quantifier les EPI ; — pour POL3b-DEV-TS-E/O-BV il est défini par un point de surverse. <p>INF1-O-BV intervient 2 fois dans ce critère, une fois directement et une fois via INF8-C-T. En fait ce sont 2 valeurs différentes de cet indicateur, car elles correspondent à 2 BV différents :</p> <ul style="list-style-type: none"> — dans INF6-C-T, INF1-O-BV correspond au plus petit BV pour lequel on dispose de mesures de débit, et contenant le tronçon concerné ; — dans R/POL2/DEV-TS/INF, INF1-O-BV correspond au plus grand BV pour lequel on dispose de mesures de débit et à l'amont de la surverse concernée. <p>Dans le cas de surverses en série, on prendra la surverse d'impact maximum, et celui-ci sera affecté à tous les tronçons situés à l'amont de la surverse considérée.</p>

Fiche 16.
Indicateur de vulnérabilité V-CXS-INF : sensibilité des coûts
des traitements en STEP aux débits d'infiltration

Indicateur de vulnérabilité	V-CXS-INF sensibilité des coûts des traitements en STEP aux débits d'infiltration
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant : STEP Tronçon
Unité ou niveaux	€/ m ³
Évaluation	Le coût unitaire de traitement joue le rôle d'une vulnérabilité dans l'estimation de l'impact économique des EPI, au niveau de la STEP. Ce coût est celui qui correspond aux conditions réelles d'exploitation de la station, conditions qui déterminent également le niveau de performance pris en compte dans l'impact POL1-INF-STEP-E/O-BV.

Fiche 17.

Indicateur d'impact CXS1-INF-E/O-BV : surcoût d'exploitation de station d'épuration attribuable à des apports d'eaux parasites d'infiltration

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Indicateur d'IMPACT	CXS1-INF- E/O-BV Surcoût d'exploitation de station d'épuration attribuable à des apports d'eaux parasites d'infiltration
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ impact estimé à partir d'observations impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4.
Évaluation	<p>Cet indicateur est défini globalement à l'échelle du réseau, sur la base de coûts de traitement rapportés au m³. Mais il sert à évaluer l'impact économique de défauts estimés ou observés à l'échelle du tronçon, alors même que l'on ne sait pas traduire cet état en volume annuel d'apport.</p> <p>On propose donc d'exprimer le coût global de traitement des EPI sous la forme (€/an/tronçon candidat à la réhabilitation) en ne répartissant pas uniformément les surcoûts de traitement sur tout le réseau. Pour cela on part d'une hypothèse de répartition des apports (par exemple a % des apports sur b % du linéaire), pour estimer un coût par tronçon. On a ainsi :</p> $CXS1-INF-E/O-BV = [a \% \times INF1a-O-BV \times \text{Volume annuel EU} \times \text{Coût} / \text{m}^3 / \text{an}] \times 50 / [(b \% \times \text{linéaire total en m})]$ <p>ou bien, en remplaçant (linéaire total / 50) par le nombre total de tronçons :</p> $CXS1-INF-E/O-BV = [a \% / b\%] \times [INF1a-O-BV \times \text{Volume annuel EU} \times \text{Coût} / \text{m}^3 / \text{an}] / \text{nombre total de tronçons ;}$ <p>(a % et b % peuvent valoir par exemple respectivement 0,7 et 0,3).</p> <p>Les seuils sont à définir sur la base des surcoûts réels d'exploitation.</p> <p>Par exemple, sur la base de 1 €/ m³ on obtient un coût d'exploitation normal total de 20 000 €/ km / an pour un débit de 50 m³/j d'EU par km, soit 400 €/ tronçon / an.</p> <p>Les seuils proposés pour INF1a (10 %, 25 %, 50 %) se transposeraient alors pour CXS1 en : 100 €/ an / tronçon, 250 €/ an / tronçon, 500 €/ an / tronçon, pour a / b = 2,33.</p> <p>Mais pour assurer une homogénéité entre cet indicateur et les indicateurs CXR1 (transport), CXR2 (curage) et CXR3 (débouchage) il est préférable de les définir indépendamment des seuils définis pour INF1. Cela nécessite d'évaluer CXS1 à partir de l'indicateur d'infiltration INF1 lorsqu'il est encore sous sa forme continue (% EU), puis de le convertir en niveaux. Cette définition en niveaux permet ensuite la combinaison directe avec les indicateurs INF7 et INF8 pour définir des critères.</p>
Commentaire	Le coût unitaire de traitement joue ici le rôle d'une vulnérabilité dans l'estimation de l'impact économique. Ce coût est celui qui correspond aux conditions réelles d'exploitation de la station, conditions qui déterminent également le niveau de performance pris en compte dans l'indicateur d'impact POL1-STEP-E/O-BV.

Fiche 18.

Critère I/CXS/INF : inspection pour infiltrations
contribuant à un surcoût d'exploitation de la STEP

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Critère d'investigation	I/CXS/INF Inspection pour infiltrations contribuant à un surcoût d'exploitation de la STEP
Évaluation	$I/CXS/INF = \text{MIN} [\text{INF7-C-T}, \text{CXS1-INF-E/O-BV}]$
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'aval desquels est observée une surcharge hydraulique d'une STEP ; — entraînant un surcoût d'exploitation, traduit par CXS1-INF-O-BV ; — surcharge à laquelle le tronçon considéré est susceptible de contribuer notablement du fait de son manque d'étanchéité potentiel et des débits d'eaux parasites observés à l'aval, le tout traduit par INF7-C-T.

Fiche 19.

Critère R/CXS/INF : réhabilitation pour infiltrations
contribuant à un surcoût d'exploitation de la STEP

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Critère de réhabilitation	R/CXS/INF Réhabilitation pour infiltrations contribuant à un surcoût d'exploitation de la STEP
Évaluation	$R/CXS/INF = \text{MIN} [\text{INF8-C-T}, \text{CXS1-INF-E/O-BV}]$
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'aval desquels est observée une surcharge hydraulique d'une STEP ; — entraînant un surcoût d'exploitation, traduit par CXS1-INF-O-BV ; — surcharge à laquelle le tronçon considéré contribue notablement, traduit par INF8-C-T.

Fiche 20.

Indicateur de vulnérabilité V-CXR-INF : sensibilité des coûts de transport en réseau aux débits d'infiltration

Indicateur de vulnérabilité	V-CXR-INF sensibilité des coûts de transport en réseau aux débits d'infiltration
Échelle de l'évaluation	➤ Bassin Versant Tronçon
Unité ou niveaux	€/ m ³
Évaluation	<p>Le coût unitaire de transport joue le rôle d'une vulnérabilité dans l'estimation de l'impact économique des EPI.</p> <p>Ce coût prend en compte les différents postes de relèvement empruntés entre le point définissant le BV considéré et la STEP (non compris le relèvement général de celle-ci).</p> <p>Les BV servant de référence à la définition de cet indicateur seront donc déterminés par les principaux postes de relèvement.</p>

Fiche 21.

Indicateur d'impact CXR1-INF- E/O-BV : surcoût d'exploitation du réseau dû aux EPI

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Indicateur d'IMPACT	CXR1-INF- E/O-BV Surcoût d'exploitation du réseau dû aux EPI
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ impact estimé à partir d'observations impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4.
Évaluation	<p>Cet indicateur est défini globalement à l'échelle du réseau, sur la base de coûts de transport rapportés au m³. Mais il sert à évaluer l'impact économique de défauts estimés ou observés à l'échelle du tronçon, alors même que l'on ne sait pas traduire cet état en volume annuel d'apport.</p> <p>On propose donc d'exprimer le coût global de transport des EPI sous la forme (€/an/tronçon candidat à la réhabilitation) en ne répartissant pas uniformément les surcoûts de transport sur tous les tronçons d'un même BV. Pour cela on part d'une hypothèse de répartition des apports (par exemple a % des apports sur b % du linéaire), pour estimer un coût par tronçon. On a alors :</p> $\text{CXR1-INF-E/O-BV} = [a \% \times \text{INF1a-O-BV} \times \text{Volume annuel EU} \times \text{Coût} / \text{m}^3 / \text{an}] \times 50 / [(b \% \times \text{linéaire total en m})];$ <p>ou bien, en remplaçant linéaire total / 50 par le nombre total de tronçon :</p> $\text{CXR1-E/O-BV} = [a \% / b\%] \times [\text{INF1a-O-BV} \times \text{Vol. annuel EU} \times \text{Coût} / \text{m}^3 / \text{an}] / \text{nombre total de tronçons.}$ <p>(a % et b % peuvent valoir par exemple respectivement 0,7 et 0,3)</p> <p>Les seuils sont à définir sur la base des surcoûts réels d'exploitation.</p> <p>Par exemple sur la base de 1 €/m³, on obtient un coût d'exploitation normal total de 20 000 €/km/an pour un débit de 50 m³/j d'EU par km, soit : 400 €/tronçon/an.</p> <p>Les seuils proposés pour INF1a (10 %, 25 %, 50 %) se transposeraient alors pour CXR1 en : 100 €/an/tronçon, 250 €/an/tronçon, 500 €/an/tronçon, pour a/b=2,33.</p> <p>Mais pour assurer une homogénéité entre cet indicateur et les indicateurs CXS1 (traitement), CXR2 (curage) et CXR3 (débouchage) il est préférable de les définir indépendamment des seuils définis pour INF1. Cela nécessite d'évaluer CXR1 à partir de l'indicateur d'infiltration INF1 lorsqu'il est encore sous sa forme continue (% EU), puis de le convertir en niveaux. Cette définition en niveaux permet ensuite la combinaison directe avec les indicateurs INF7 et INF8 pour définir des critères.</p>
Commentaire	Le coût unitaire de transport joue ici le rôle d'une vulnérabilité dans l'estimation de l'impact économique. Ce coût prend en compte les différents postes de relèvement empruntés entre le point définissant le BV considéré et la STEP (non compris le relèvement général de celle-ci). Les BV servant de référence à la définition de cet indicateur seront donc déterminés par les principaux postes de relèvement.

Fiche 22.

Critère I/CXR3/INF : inspection pour infiltrations contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Critère d'investigation	I/CXR3/INF Inspection pour infiltrations contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau
Évaluation	$I/CXR3/INF = \text{MIN} [\text{INF7-C-T}, \text{CXR1-INF-E/O-BV}]$
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons : <ul style="list-style-type: none"> — à l'aval desquels sont observées des EPI entraînant un surcoût d'exploitation, traduit par CXR1-INF-E/O-BV ; — EPI auxquelles le tronçon considéré est susceptible de contribuer notablement du fait de son manque d'étanchéité potentiel, traduit par INF7-C-T.

Fiche 23.

Critère R/CXR3/INF : réhabilitation pour infiltrations contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau

Dysfonctionnement	INFILTRATION
Critère de réhabilitation	R/CXR3/INF Réhabilitation pour infiltrations contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau
Évaluation	$R/CXR3/INF = \text{MIN} [\text{INF8-C-T}, \text{CXR1-INF-E/O-BV}]$
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons : <ul style="list-style-type: none"> — à l'aval desquels sont observées des EPI entraînant un surcoût d'exploitation, traduit par CXR1-INF-E/O-BV ; — EPI auxquelles le tronçon considéré est susceptible de contribuer notablement du fait de son manque d'étanchéité, traduit par INF8-C-T.

LE DYSFONCTIONNEMENT *EXFILTRATION* ET SES IMPACTS

Fiche 24.

Indicateur EXF1-O-BV : taux d'exfiltration à l'exutoire d'un bassin versant

Dysfonctionnement	EXFILTRATION								
Indicateurs de DYSFONCT.	EXF1-O-BV Taux d'eaux d'exfiltration à l'exutoire d'un Bassin Versant (BV)								
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon								
Type d'évaluation	➤ Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque								
Unité	Q _{EXF} / Q _{EU} , moyen sur l'année, converti en niveau 1/2/3/4								
Évaluation	On propose, par exemple, les seuils suivants : <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Q_{EXF} / Q_{EU} (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>S3</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>		Q _{EXF} / Q _{EU} (%)	S1	5	S2	10	S3	20
	Q _{EXF} / Q _{EU} (%)								
S1	5								
S2	10								
S3	20								
Commentaire	L'utilisation de cet indicateur ne se fera que dans les cas particuliers où son évaluation peut être faite dans de bonnes conditions de fiabilité et de représentativité.								

Fiche 25.

Indicateur EXF2-E/R-T : facteurs de risque d'exfiltration

Dysfonctionnement	EXFILTRATION
Indicateur DYSFONCT.	EXF2-E/R -T Facteurs de risque d'exfiltration (niveau de nappe)
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1 / 2 / 3
Évaluation	— 1 : niveau de nappe constamment supérieur au radier, ou remblai étanche, ou encaissant imperméable ; — 2 : niveau de nappe temporairement inférieur à la cote du radier, ou inconnu ; — 3 : niveau de nappe fréquemment ou en permanence inférieur à la cote du radier et terrain perméable.

Fiche 26.

Indicateur EXF3-O-T : taux d'exfiltration constaté

Dysfonctionnement	EXFILTRATION
Indicateur de DYSFONCT.	EXF3-O-T taux d'exfiltration constaté (par débitmétrie, par exemple par traçage)
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	L'appréciation du niveau d'exfiltration sur un tronçon peut être réalisée à partir de mesures de débit à l'échelle du tronçon. Des seuils de densité d'exfiltration sont à poser, pour définir le niveau de dysfonctionnement, par exemple les valeurs suivantes sont cohérentes avec celles proposées pour EXF1 : <ul style="list-style-type: none"> — niveau 4: débit > 10 m³ / j / km — niveau 3: 10 m³ / j / km ≥ débit > 5 m³ / j / km — niveau 2: 5 m³ / j / km ≥ débit > 2 m³ / j / km — niveau 1: 2 m³ / j / km ≥ débit
Commentaires	Cet indicateur sera rarement disponible, car la méthode la plus appropriée pour l'obtenir (traçage) est très lourde à mettre en oeuvre. Les mesures de débits nocturnes utilisables pour l'infiltration ne sont pas adaptées, car dans ce contexte les exfiltrations sont minimum, et souvent nulles.

Fiche 27.

Indicateur EXF4-E/O-T : défaut d'étanchéité pour exfiltration, estimé par inspection TV

Dysfonctionnement	EXFILTRATION
Indicateur	EXF4-E/O-T
DYSFONCT.	défaut d'étanchéité pour exfiltration, estimé par inspection TV
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé ➤ Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	1 – codage Ci des observations Oi selon la norme NF EN 13508-2 ; 2 – traduction Ni des observations codées Ci suivant le Tableau 86 ; 3 – calcul de la densité $D = N / LT$ avec $N = \sum Ni$, LT : longueur du tronçon (m) ; 4 – comparaison de D avec les seuils S1, S2, S3 : – niveau 1 si $D \leq S1$; – niveau 2 si $S1 < D \leq S2$; – niveau 3 si $S2 < D \leq S3$; – niveau 4 si $S3 < D$
Commentaire	Le Tableau 86 est identique au Tableau 80 utilisé pour l'infiltration. Mais on pourrait envisager de différencier les indicateurs EXF4 et INF4 à partir de la position horaire des défauts (voûte ou radier).

Tableau 86 : évaluation de l'indicateur EXF4-E/O-T
à partir des résultats d'une inspection visuelle

		1	α	α^2	α^3	Gravité Étendue
Déformation	BAA		BAA			x P
Fissure	BAB	B		C		x L_obs
Rupture/effondrement	BAC			A	B/C	x P
Briquetage ou éléments de maçonnerie défectueux	BAD		A	B/C	D	x P
Mortier manquant	BAE		BAE			x P
Dégradation de surface	BAF	A/C/D/E/F/G/H		B	I/Z	x L_obs
Raccordement défectueux	BAH			B/C/D		x P
Joint d'étanchéité apparent	BAI	Z		A ; #		x P
Déplacement d'assemblage	BAJ			BAJ		x P
Conduite poreuse	BAN	BAN				x L_obs
Sol visible par le défaut	BAO				BAO	x P
Vide visible par le défaut	BAP				BAP	x P
Racines	BBA			BBA		x P
Dépôts adhérents	BBB			A		x P
Infiltration	BBF			A/B	C/D	x P

Fiche 28.

Indicateur EXF5-E/R-T : risque d'exfiltration à vérifier par inspection TV

Dysfonctionnement	EXFILTRATION
Indicateur de DYSFONCT.	EXF5-E/R-T Risque d'exfiltration à vérifier par inspection TV
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	EXF5-E/R-T = EDS-E-T ⊗ EXF2-E/R-T Voir le Tableau 87.
Commentaire	<p>EXF5-E/R-T est évalué en considérant :</p> <p>1 – l'état structurel estimé (cf. § 9.3); 2 – les facteurs de risque spécifiques à l'exfiltration.</p> <p>Pour un tronçon jamais inspecté, l'état structurel est estimé à partir :</p> <p>1 – des fonctions de survie utilisables pour le tronçon considéré ; 2a – d'une hypothèse de comportement « médian ».</p> <p>Pour un tronçon déjà inspecté dans le passé, l'état structurel est estimé à partir :</p> <p>1 – des fonctions de survie utilisables pour le tronçon considéré ; 2b – de l'état constaté lors de la dernière inspection.</p>

Tableau 87 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur EXF5-E/R-T

	EDS-E-T	1	2	3	4
EXF2-E/R-T					
1 – niveau de nappe constamment supérieur au radier, ou remblai étanche, ou encaissant imperméable ;		1	1	1	1
2 – niveau de nappe temporairement inférieur à la cote du radier, ou inconnu ;	1		2	3	4
3 – niveau de nappe fréquemment ou en permanence inférieur à la cote du radier + terrain perméable.	1		3	4	4

Fiche 29.

Indicateur EXF6-E/O-T : risque d'exfiltration estimé après inspection TV

Dysfonctionnement	EXFILTRATION
Indicateur de DYSFONCT.	EXF6-E/O-T Risque d'exfiltration estimé après inspection TV
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé ➤ Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	EXF6-E/O -T= EXF4-E/O-T ⊗ EXF2-E/R-T Voir le Tableau 88.
Commentaire	EXF6-E/O-T est évalué en considérant : 1 – l'état structurel observé ; 2 – les facteurs de risque spécifiques à l'exfiltration.

Tableau 88 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur EXF6-E/O-T

	EXF4-E/O-T	1	2	3	4
EXF2-E/R-T					
1 – niveau de nappe constamment supérieur au radier, ou remblai étanche, ou encaissant imperméable ;		1	1	1	1
2 – niveau de nappe temporairement inférieur à la cote du radier, ou inconnu ;		1	2	3	4
3 – niveau de nappe fréquemment ou en permanence inférieur à la cote du radier + terrain perméable.		1	3	4	4

Fiche 30.

Indicateur EXF7-C-T : indicateur global d'exfiltration, pour décision d'inspection

Dysfonctionnement	EXFILTRATION
Indicateur de DYSFONCT.	EXF7-C-T Indicateur global d'exfiltration, pour décision d'inspection
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Combinaison de plusieurs indicateurs
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	$EXF7-C-T = [MAX(EXF1-O-BV, EXF3-O-T)] \otimes EXF5-E/R-T$ Voir le Tableau 89.
Commentaire	Compte tenu de la rareté des mesures susceptibles de quantifier une exfiltration, que ce soit à l'échelle du bassin versant ou du tronçon, la décision de réhabilitation se prend essentiellement à partir de l'état estimé et du niveau de nappe, combinés dans EXF5. Si des mesures sont disponibles et si $EXF3-O-T > 2$ ou $EXF1-O-BV > 2$, alors $EXF7 = EXF5 + 1$, sinon $EXF7 = EXF5$.

Tableau 89 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur EXF7-C-T

	MAX(EXF1-O-BV, EXF3-O-T)	? =1	1	2	3	4
EXF5-E/R-T						
1		1	1	1	2	2
2		2	2	2	3	3
3		3	3	3	4	4
4		4	4	4	4	4

Fiche 31.

Indicateur EXF8-C-T : indicateur global d'exfiltration, pour décision de réhabilitation

Dysfonctionnement	EXFILTRATION
Indicateur de DYSFONCT.	EXF8-C-T Indicateur global d'exfiltration, pour décision de réhabilitation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Combinaison de plusieurs indicateurs
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	EXF8-C-T = [MAX(EXF1-O-BV, EXF3-O-T)] ⊗ EXF6-E/O-T Voir le Tableau 90.
Commentaire	Compte tenu de la rareté des mesures susceptibles de quantifier une exfiltration, que ce soit à l'échelle du bassin versant ou du tronçon, la décision de réhabilitation se prend essentiellement à partir de l'état observé (défauts d'étanchéité constatés) et du niveau de nappe, combinés dans EXF6. Si des mesures sont disponibles et si EXF3-O-T > 2 ou EXF1-O-BV > 2, alors EXF8 = EXF6 + 1 sinon EXF8 = EXF6.

Tableau 90 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur EXF8-C-T

MAX(EXF1-O-BV, EXF3-O-T)	? = 1	1	2	3	4
EXF6-E/O-T					
1	1	1	1	2	2
2	2	2	2	3	3
3	3	3	3	4	4
4	4	4	4	4	4

Fiche 32.

Indicateur de vulnérabilité V-SN-PON : sensibilité des sols et des nappes à la pollution

Indicateur de vulnérabilité	V-SN-PON Sensibilité des sols et des nappes à la pollution
Échelle de l'évaluation	➤ Secteur Tronçon
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3
Évaluation	On propose de distinguer 3 niveaux de sensibilité du milieu récepteur : <ul style="list-style-type: none"> — niveau 1 : pas de nappe ; — niveau 2 : eaux souterraines non utilisées pour l'alimentation en eau potable ; — niveau 3 : eaux souterraines utilisées pour l'alimentation en eau potable.
Commentaire	<p>Cet indicateur est défini à l'échelle d'un secteur ; il peut être transposé à l'échelle du tronçon (exfiltrations) ou du BV défini par un point de rejet (débordement, déversement).</p> <p>Les données relatives à la qualité et à la vulnérabilité des eaux souterraines étant plus rares que pour les eaux de surface, on s'appuiera essentiellement sur les usages de ces eaux et sur les quelques données réglementaires disponibles (périmètres de protection de captages). Le niveau 2 constitue une valeur par défaut raisonnablement prudente. On pourra le cas échéant intégrer dans cet indicateur des informations sur la zone non saturée : épaisseur, perméabilité...</p>

Fiche 33.

Critère I/PON1/EXF : inspection pour exfiltrations préjudiciables à la qualité des eaux souterraines et des sols

Dysfonctionnement	EXFILTRATION
Critère d'investigation	I/PON1/EXF Inspection pour exfiltrations préjudiciables à la qualité des eaux souterraines et des sols
Évaluation	I/PON1//EXF = EXF7-C-T ⊗ V-SN-PON Voir le Tableau 91.
Commentaire	Le critère a la forme d'un indicateur d'impact.

Tableau 91 : opérateur pour l'évaluation du critère I/PON1/EXF

V-SN-PON \ EXF7-C-T	1	2	3	4
1	1	1	2	3
2	1	2	3	4
3	1	3	4	4

Fiche 34.

Critère R/PON1 /EXF : réhabilitation pour exfiltrations préjudiciables à la qualité des eaux souterraines et des sols

Dysfonctionnement	EXFILTRATION
Critère de réhabilitation	R/PON1/EXF Réhabilitation pour exfiltrations préjudiciables à la qualité des eaux souterraines et des sols
Évaluation	R/PON1//EXF = EXF8-C-T ⊗ V-SN-PON Voir le Tableau 92.
Commentaire	Le critère a la forme d'un indicateur d'impact.

Tableau 92 : opérateur pour l'évaluation du critère R/PON1/EXF

V-SN-PON \ EXF8-C-T	1	2	3	4
1	1	1	2	3
2	1	2	3	4
3	1	3	4	4

Fiche 35.

Indicateur de vulnérabilité V-URB-DOB-EXF : sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des dommages aux bâtiments par exfiltration

Dysfonctionnement	DEBORDEMENT
Indicateur de VULNERABILITE	V-URB-DOB-EXF Sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des dommages aux bâtiments par exfiltration
Échelle de l'évaluation	Secteur ➤ Tronçon
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	À partir de données urbanistiques
Commentaire	Cet indicateur est défini à l'échelle de chaque bâtiment mais peut être intégré à l'échelle d'un tronçon. Il concerne essentiellement la vulnérabilité des parties souterraines (caves, fondations) à des apports d'eau. Il doit donc prendre en compte : <ul style="list-style-type: none"> — la configuration des bâtiments (présence de caves, de sous-sol, cotes par rapport au réseau...); — l'usage des implantations souterraines (parkings, stockage); — la proximité au réseau; — ...

Fiche 36.

Indicateur d'impact DOB1-O-T : infiltrations dans un bâtiment

Dysfonctionnement	EXFILTRATION
Indicateur d'IMPACT	DOB1-O-BV Infiltrations dans un bâtiment
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Impact observé impact estimé à partir d'observations impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Indicateur binaire 1/4
Évaluation	Présence / absence d'infiltrations dans un bâtiment attribuables au réseau d'assainissement (proximité, compatibilité des cotes).
Commentaire	On peut envisager une évaluation de l'impact selon quatre modalités, en utilisant l'indicateur de vulnérabilité V-URB-DOB-EXF.

Fiche 37.

Critère I/DOB2/EXF : inspection pour exfiltrations provoquant des dommages au bâti

Dysfonctionnement	EXFILTRATION
Critère d'investigation	I/DOB2/EXF Inspection pour exfiltrations provoquant des dommages au bâti
Évaluation	I/DOB2/EXF = EXF7-C-T ⊗ DOB1-O-T Voir le Tableau 93.

Tableau 93 : opérateur pour l'évaluation du critère I/DOB2/EXF

	EXF7-C-T	1	2	3	4
DOB1-O-T					
1		1	1	1	1
4		1	3	4	4

Fiche 38.

Critère R/DOB2/EXF : réhabilitation pour exfiltrations provoquant des dommages au bâti

Dysfonctionnement	EXFILTRATION
Critère d'investigation	R/DOB2/EXF Réhabilitation pour exfiltrations provoquant des dommages au bâti
Évaluation	R/DOB2/EXF = EXF8-C-T ⊗ DOB1-O-T (voir le Tableau 94)

Tableau 94 : opérateur pour l'évaluation du critère R/DOB2/EXF

	EXF6-C-T	1	2	3	4
DOB1-O-T					
1		1	1	1	1
4		1	3	4	4

**LE DYSFONCTIONNEMENT RÉDUCTION DE LA CAPACITÉ HYDRAULIQUE
ET SES IMPACTS**

Fiche 39.

Indicateur HYD1-O-BV : zone d'occurrence de mises en charge

Dysfonctionnement	HYDRAULIQUE
Indicateur	HYD1-O-BV
DYSFONCT	Zone d'occurrence de mises en charge
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/4 ou 1/2/3/4
Évaluation	Cet indicateur, à 2 ou 4 modalités, est basé sur l'observation de traces de mises en charge au niveau des regards. Ces mises en charge ne sont pas contextualisées, mais on considère qu'elles sont dues à des événements non exceptionnels, et en particulier d'une intensité plus faible que celle qui est définie par la période de retour de référence du dimensionnement.
Commentaire	<p>Cet indicateur est utilisé comme facteur favorable à la déstabilisation du complexe sol-conduite (voir DSC5-C-T). Il est attaché à un secteur sur lequel une mise en charge est susceptible d'être observée, selon les principes décrits dans l'annexe 5. Ce secteur peut être déterminé par modélisation hydraulique, ou par extrapolation des observations (à l'amont et à l'aval de l'observation + les branches adjacentes). Ce secteur est différent de celui attaché à HYD2-O-BV pour la même observation.</p> <p>L'option à 4 modalités peut être basée sur une échelle semi-quantitative :</p> <ul style="list-style-type: none"> — mises en charge importantes et /ou fréquentes ; — mises en charge assez importantes et /ou fréquentes ; — mises en charge peu importantes et /ou fréquentes ; — pas de mises en charge observées.

Fiche 40.

Indicateur HYD2-O-BV : zone d'influence de mises en charge

Dysfonctionnement	HYDRAULIQUE
Indicateur DYSFONCT	HYD2- O-BV zone d'influence de mises en charge
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/4 ou 1/2/3/4
Évaluation	Cet indicateur, à 2 ou 4 modalités, est basé sur l'observation de traces de mises en charge au niveau des regards. Ces mises en charge ne sont pas contextualisées, mais on considère qu'elles sont dues à des événements non exceptionnels, et en particulier d'une intensité plus faible que celle qui est définie par la période de retour de référence du dimensionnement.
Commentaire	<p>Cet indicateur est attaché à un secteur où est susceptible de se trouver la cause d'un dysfonctionnement observé (débordement ou déversement), selon les principes décrits dans l'annexe 5. Il est donc situé à l'aval de ce dysfonctionnement, ne comprend pas les branches adjacentes, et diffère de celui qui peut être attaché à HYD1-O-BV pour la même observation.</p> <p>L'option à 4 modalités peut être basée sur une échelle semi-quantitative :</p> <ul style="list-style-type: none"> — mises en charge importantes et /ou fréquentes ; — mises en charge assez importantes et /ou fréquentes ; — mises en charge peu importantes et /ou fréquentes ; — pas de mises en charge observées.

Fiche 41.

Indicateur HYD3-E/O-T : réduction de la capacité hydraulique, estimée par inspection

Dysfonctionnement	Hydraulique
Indicateur de DYSFONCT	HYD3-E/O-T réduction de la capacité hydraulique, estimée par inspection TV
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé ➤ Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	1 – codage Ci des observations Oi selon la norme NF EN 13508-2 ; 2 – traduction Ni des observations codées Ci suivant le Tableau 95 ; 3 – calcul de la densité $D = N / LT$, avec $N = \sum Ni$, et LT : longueur du tronçon (m) ; 4 – comparaison de D avec les seuils S1, S2, S3 : Niveau 1 si : $D \leq S1$; 2 si $S1 < D \leq S2$; 3 si $S2 < D \leq S3$; 4 si $S3 < D$.
Commentaire	Voir le chapitre 9, concernant le calage des paramètres et des seuils.

Tableau 95 : évaluation de l'indicateur HYD3-E/O-T à partir des résultats d'une inspection visuelle

		1	α	α^2	α^3	Gravité Étendue
Courbure du collecteur	BCC				# ; A ou B (1)	x P
Rupture / effondrement	BAC	A			C	x P
Briquetage ou éléments maçonnerie défectueux	BAD	A/C			D	x P
Dégradation de surface	BAF		BAF			x L_obs
Branchement pénétrant	BAG			BAG		x P
Joint d'étanchéité apparent	BAI	# ; B/C/E				x P
Déplacement d'assemblage	BAJ	B/C				x P
Défaut de revêtement	BAK	Q<10 %	Q>10 %			x P
Racines	BBA	B		A/C	A/C ; Q > 50 %	x P
Dépôts adhérents	BBB	Q<10 %	Q>10 %		Q>50 %	x P
Dépôts	BBC	C ; Q<10 %	C ; Q>10 %		C ; Q>50 %	x P
Entrée de terre	BBD	Q<10 %	Q>10 %		Q>50 %	x P
Autres obstacles	BBE			Q<50 %	Q>50 %	x P
Progression de la caméra impossible	BDC				BDC	x P

(1) selon le sens de l'inspection (amont vers aval ou aval vers amont)

Fiche 42.

Indicateur HYD4-C-T : réduction de la capacité hydraulique estimée par ITV, présumée contribuer à des dysfonctionnements amont

Dysfonctionnement	HYDRAULIQUE
Indicateur de DYSFONCT	HYD4-C-T Réduction de la capacité hydraulique estimée par ITV, présumée contribuer à des dysfonctionnements amont
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque ➤ Dysfonctionnement estimé par combinaison d'indicateurs
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	HYD4-C-T est évalué en considérant (cf. les 2 tableaux ci-dessous) : 1 – la réduction de capacité hydraulique estimée par ITV (HYD3) ; 2 – renforcée par l'observation de mises en charges potentiellement provoquées par le tronçon défectueux (HYD2-O-BV).

Tableau 96 : opérateur pour HYD4-C-T si HYD2-O-BV est binaire

	HYD3-E/O-T	1	2	3	4
HYD2-O-BV					
1		1	2	3	4
4		1	3	4	4

Tableau 97 : opérateur pour HYD4-C-T si HYD2-O-BV a 4 modalités

	HYD3-E/O-T	1	2	3	4
HYD2-O-BV					
1		1	2	3	3
2		1	2	3	4
3		1	3	3	4
4		1	3	4	4

Fiche 43.

Indicateur HYD5-C-T : réduction de la capacité hydraulique, à vérifier par investigation

Dysfonctionnement	HYDRAULIQUE
Indicateur de DYSFONCT	HYD5-C-T Réduction de la capacité hydraulique, à vérifier par investigation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Combinaison de plusieurs indicateurs
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	HYD5-C-T = HYD2-O-BV ⊗ EDS-E-T Voir les opérateurs proposés dans les 2 tableaux ci-dessous.
Commentaire	HYD5-C-T est évalué en considérant : 1 – l'état de santé estimé (EDS-E-T) ; 2 – l'observation éventuelle de mises en charge potentiellement provoquées par le tronçon défectueux.

Tableau 98 : opérateur pour HYD5-C-T si HYD2-O-BV est binaire

	EDS-E-T	1	2	3	4
HYD2-O-BV					
1		1	2	3	4
4		1	3	4	4

Tableau 99 : opérateur pour HYD5-C-T si HYD2-O-BV a 4 modalités

	EDS-E-T	1	2	3	4
HYD2-O-BV					
1		1	2	3	3
2		1	2	3	4
3		1	3	3	4
4		1	3	4	4

Fiche 44.

Critère I/POL3/DEVTP/HYD : inspection des limitations hydrauliques contribuant à des déversements de temps de pluie polluant les eaux de surface

Dysfonctionnement	HYDRAULIQUE
Critère d'investigation	I/POL3/DEVTP/HYD Inspection des limitations hydrauliques contribuant à des déversements de temps de pluie polluant les eaux de surface
Évaluation	I/POL3/DEVTP/HYD = MIN [HYD5-C-T, POL5a-DEV-TP-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels sont observés des déversements préjudiciables au milieu, traduit par POL5a-DEV-TP-E/O-BV (Fiche 70) ; — déversements qui peuvent être au moins en partie attribués à un risque de réduction de la capacité hydraulique, traduit par HYD5-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles potentiels estimés en fonction du contexte (EDS-E-T) et l'observation éventuelle de mises en charge (HYD2-O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné. <p>La mise en relation du tronçon considéré avec un point de surverse d'une part, avec un tronçon où une mise en charge a été observée d'autre part, se fait à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.</p>

Fiche 45.

Critère R/POL3/DEVTP/HYD : réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des déversements de temps de pluie polluant les eaux de surface

Dysfonctionnement	HYDRAULIQUE
Critère de réhabilitation	R/POL3/DEV-TP/HYD Réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des déversements de temps de pluie polluant les eaux de surface
Évaluation	$R/POL3/DEV-TP/HYD = \text{MIN} [\text{HYD4-C-T}, \text{POL5a-DEV-TP-E/O-BV}]$
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels sont observés des déversements préjudiciables au milieu, traduit par POL5a-DEV-TP-E/O-BV (Fiche 70) ; — déversements qui peuvent être au moins en partie attribués à une réduction de la capacité hydraulique, traduit par HYD4-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles (HYD3-E/O-T) et l'observation éventuelle de mises en charge (HYD2-O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné. <p>La mise en relation du tronçon considéré avec un point de surverse d'une part, avec un tronçon où une mise en charge a été observée d'autre part, se fait à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.</p>

Fiche 46.

Critère I/POL7/DEB-TP/HYD : inspection des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux de surface

Dysfonctionnement	HYDRAULIQUE
Critère d'investigation	I/POL7/DEB-TP/HYD inspection des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux de surface
Évaluation	I/POL7/DEB-TP/HYD = MIN [HYD5-C-T, POL7-DEB-TP-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels sont observés des débordements préjudiciables au milieu, traduit par POL7-DEB-TP-E/O-BV (Fiche 59) ; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à un risque de réduction de la capacité hydraulique, traduit par HYD5-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles potentiels estimés en fonction du contexte (EDS-E-T) et l'observation éventuelle de mises en charge (HYD2-O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné. <p>La mise en relation du tronçon considéré avec un point de débordement d'une part, avec un tronçon où une mise en charge a été observée d'autre part, se fait à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.</p>

Fiche 47.

Critère R/POL7/DEB-TP/HYD : réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux de surface

Dysfonctionnement	HYDRAULIQUE
Critère de réhabilitation	R/POL7/DEB-TP/HYD Réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux de surface
Évaluation	R/POL7/DEB-TP/HYD = MIN [HYD4-C-T, POL7-DEB-TP-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels sont observés des débordements préjudiciables au milieu, traduit par POL7-DEB-TP-E/O-BV (Fiche 59) ; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à une réduction de la capacité hydraulique, traduit par HYD4-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles (HYD3-E/O-T) et l'observation éventuelle de mises en charge (HYD2-O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné. <p>La mise en relation du tronçon considéré avec un point de débordement d'une part, avec un tronçon où une mise en charge a été observée d'autre part, se fait à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.</p>

Fiche 48.

Critère I/PON2/DEB-TP/HYD : inspection des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux souterraines

Dysfonctionnement	HYDRAULIQUE
Critère d'investigation	I/PON2/DEB-TP/HYD inspection des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux souterraines
Évaluation	I/PON2/DEB-TP/HYD = MIN [HYD5-C-T, PON1-DEB-TP-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels sont observés des débordements préjudiciables au milieu, traduit par PON1-DEB-TP-E/O-BV (Fiche 61) ; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à un risque de réduction de la capacité hydraulique, traduit par HYD5-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles potentiels estimés en fonction du contexte (EDS-E-T) et l'observation éventuelle de mises en charge (HYD2-O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné. <p>La mise en relation du tronçon considéré avec un point de débordement d'une part, avec un tronçon où une mise en charge a été observée d'autre part, se fait à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.</p>

Fiche 49.

Critère R/PON2/DEB-TP/HYD : réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux souterraines

Dysfonctionnement	HYDRAULIQUE
Critère de réhabilitation	R/PON2/DEB-TP/HYD Réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie polluant les eaux souterraines
Évaluation	$R/PON2/DEB-TP/HYD = \text{MIN} [\text{HYD4-C-T}, \text{PON1-DEB-TP-E/O-BV}]$
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels sont observés des débordements préjudiciables au milieu, traduit par PON1-DEB-TP-E/O-BV (Fiche 61) ; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à une réduction de la capacité hydraulique, traduit par HYD4-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles (HYD3-E/O-T) et l'observation éventuelle de mises en charge (HYD2-O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné. <p>La mise en relation du tronçon considéré avec un point de débordement d'une part, avec un tronçon où une mise en charge a été observée d'autre part, se fait à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.</p>

Fiche 50.

Critère I/NUH1/DEB-TP/HYD : inspection des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie préjudiciables

Dysfonctionnement	HYDRAULIQUE
Critère d'investigation	I/NUH1/DEB-TP/HYD inspection des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie préjudiciables
Évaluation	I/NUH1/DEB-TP/HYD = MIN [HYD5-C-T, NUH1-DEB-TP-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des débordements préjudiciables sont observés, traduit par NUH1-DEB-TP-E/O-BV (Fiche 56) ; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à une réduction de la capacité hydraulique, traduit par HYD5-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles estimés en fonction du contexte (EDS-E-T) et l'observation éventuelle de mises en charge (HYD2-O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné. <p>La mise en relation du tronçon considéré avec une zone de débordement d'une part, avec un tronçon où une mise en charge a été observée d'autre part se fait à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.</p>

Fiche 51.

Critère R/NUH1/DEB-TP/HYD : réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie préjudiciables

Dysfonctionnement	HYDRAULIQUE
Critère de réhabilitation	R/NUH1/DEB-TP/HYD Réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à des débordements de temps de pluie préjudiciables
Évaluation	$R/NUH1/DEB-TP/HYD = \text{MIN} [\text{HYD4-C-T}, \text{NUH1-DEB-TP-E/O-BV}]$
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des débordements inacceptables sont observés, traduit par $\text{NUH1-DEB-TP-E/O-BV} = \text{DEB5-TP-O-T} \otimes \text{V-URB-NUH}$; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à une réduction de la capacité hydraulique, traduit par HYD4-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles (HYD3-E/O-T) et l'observation éventuelle de mises en charge (HYD2-E/O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné. <p>La mise en relation du tronçon considéré avec une zone de débordement d'une part, avec un tronçon où une mise en charge a été observée d'autre part se fait à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.</p>

Fiche 52.

Indicateur de vulnérabilité V-URB-NUH :
sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des débordements

Dysfonctionnement	DEBORDEMENT
Indicateur de VULNERABILITE	Indicateur d'impact V-URB-NUH Sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des débordements
Échelle de l'évaluation	➤ Secteur ➤ Tronçon
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	À partir de données urbanistiques
Commentaire	<p>Cet indicateur est défini à l'échelle d'un secteur, mais peut facilement être transposé à l'échelle des tronçons, puisqu'il concerne des impacts locaux.</p> <p>Chaque gestionnaire pourra définir son propre indicateur, par exemple en prenant en compte les types d'information suivants :</p> <p>Espaces publics</p> <ul style="list-style-type: none"> — Voirie <ul style="list-style-type: none"> — Hypercentre/ reste de l'agglomération ; — Voies stratégiques (accès à l'agglomération, desserte de quartiers, transports en commun...); — Fréquence de nettoyage des chaussées (en tant qu'indice de sensibilité aux salissures) ; — Parkings de surface ; — Parkings souterrains ; — Espaces verts ; <p>Espaces privés</p> <ul style="list-style-type: none"> — Période de retour pour le dimensionnement des collecteurs ; — Coût des sinistres passés ; — Configuration physique des bâtiments (présence de caves, sous-sol, rez-de-chaussée en contrebas ; sources d'information : mode de raccordement, recensement Insee...)

Fiche 53.

Critère R/NUH5/DEB-TP/HYD : réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à un risque de débordements de temps de pluie préjudiciables

Dysfonctionnement	HYDRAULIQUE
Critère de réhabilitation	R/NUH5/DEB-TP/HYD Réhabilitation des limitations hydrauliques contribuant à un risque de débordements de temps de pluie préjudiciables
Évaluation	R/NUH5/DEB-TP/HYD = HYD4-C-T ⊗ V-URB-NUH Voir le Tableau 100.
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — qui présentent une réduction de la capacité hydraulique, traduit par HYD4-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles (HYD3-E/O-T) et l'observation éventuelle de mises en charge (HYD2-O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné ; — susceptibles potentiellement de provoquer des débordements préjudiciables ; ce risque est identifié à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5, et en considérant la sensibilité de l'environnement urbain du point de débordement potentiel (V-URB-NUH).

Tableau 100 : opérateur pour l'évaluation du critère R/NUH5/DEB-TP/HYD

	HYD4-C-T	1	2	3	4
V-URB-NUH Sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des débordements					
1		1	1	1	2
2		1	1	2	3
3		1	2	3	4
4		2	3	4	4

LE DYSFONCTIONNEMENT DÉBORDEMENT ET SES IMPACTS

Fiche 54.

Indicateur DEB4-TS-O-BV : fréquence de débordement en temps sec

Dysfonctionnement	DEBORDEMENT
Indicateurs de DYSFONCT	DEB4-TS-O-BV Fréquence de débordement en temps sec
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	➤ Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Année ⁻¹ , converti en niveau, avec, par exemple, les seuils suivants : — niveau 1 : aucun événement sur 5 ans ; — niveau 2 : 1 événement sur 5 ans ; — niveau 3 : 2 à 4 événements sur 5 ans ; — niveau 4 : 5 événements ou plus sur 5 ans.
Évaluation	Nombre de jours avec débordement en l'absence de pluie significative. Une pluie significative est une pluie supérieure à un seuil conventionnel (ex : 2 mm / h), et inférieure à un seuil de dimensionnement (exemple période de retour décennale)
Commentaire	Cet indicateur est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant le débordement, secteur déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5. Cet indicateur est différent de l'indicateur proposé par l'IWA : wOp37 – <i>Floodings from sanitary sewers</i> (débordements d'eaux usées) exprimé en Nombre de débordements / an / 100 km (voir l'annexe 7).

Fiche 55.

Indicateur DEB5-TP-O-BV : fréquence de débordement en temps de pluie

Dysfonctionnement	DEBORDEMENT
Indicateurs de DYSFONCT	DEB5-TP-O-BV Fréquence de débordement en temps de pluie
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau, Secteur, ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	➤ Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Année ⁻¹ , converti en niveau, avec, par exemple, les seuils suivants : <ul style="list-style-type: none"> — niveau 1 : aucun événement sur 5 ans ; — niveau 2 : 1 événement sur 5 ans ; — niveau 3 : 2 à 4 événements sur 5 ans ; — niveau 4 : 5 événements ou plus sur 5 ans.
Évaluation	Nombre de jours avec débordement avec pluie significative / nombre de jours avec pluie significative. Une pluie significative est une pluie supérieure à un seuil conventionnel (ex : 2 mm / h), et inférieure à un seuil de dimensionnement (exemple période de retour décennale).
Commentaire	Cet indicateur est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant le débordement, secteur déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau, selon les principes exposés dans l'annexe 5. Cet indicateur est différent de l'indicateur proposé par l'IWA : wOp39 – <i>Surface flooding</i> (débordements d'eaux de ruissellement) exprimé en Nombre de débordements / an / 100 km (voir l'annexe 7).

Fiche 56.

Indicateur d'impact NUH1-DEB-TP-E/O-BV : nuisances des débordements de temps de pluie

Dysfonctionnement	DEBORDEMENT
Indicateur d'IMPACT	Indicateur d'impact NUH1-DEB-TP-E/O-BV Nuisances des débordements de temps de pluie
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau, secteur ou bassin versant Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ Impact estimé à partir d'observations Impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	NUH1-DEB-TP-E/O-BV = DEB5 -TP-O -BV ⊗ V-URB-NUH Voir le Tableau 101.
Commentaire	Cet indicateur est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant le débordement, secteur déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau, selon les principes exposés dans l'annexe 5.

Tableau 101 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur NUH1

	DEB5-TP-O-BV	1	2	3	4
Sensibilité du milieu urbain : V-URB-NUH					
1		1	1	2	3
2		1	2	3	4
3		1	3	4	4

Fiche 57.
Indicateur d'impact NUH2-DEB-TS-E/O-BV : nuisances des débordements
de temps sec

Dysfonctionnement	DEBORDEMENT
Indicateur d'IMPACT	Indicateur d'impact NUH2-DEB-TS-E/O-BV Nuisances des débordements de temps sec
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau, Bassin Versant ou Secteur Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ Impact estimé à partir d'observations Impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	NUH2-DEB-TS-E/O-BV = DEB4-TS-O-BV ⊗ V-URB-NUH Voir le Tableau 102.
Commentaire	Cet indicateur est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant le débordement, déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.

Tableau 102 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur NUH2

DEB4-TS-O-BV	1	2	3	4
Sensibilité du milieu urbain V-URB-NUH				
1	1	1	2	3
2	1	2	3	4
3	1	3	4	4

Fiche 58.

Indicateur d'impact NUH3-DEB-TSTP-E/O-BV : nuisances des débordements de temps sec ou de temps de pluie

Dysfonctionnement	DEBORDEMENT
Indicateur d'IMPACT	Indicateur d'impact NUH3-DEB-TSTP-E/O-BV Nuisances des débordements de temps sec ou de temps de pluie
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant ou Secteur Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ Impact estimé à partir d'observations Impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	NUH3-DEB-TSTP-E/O-BV = MAX (NUH1-DEB-TS-E/O-BV, NUH2-DEB-TP-E/O-BV)
Commentaire	Cet indicateur est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant le débordement, déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.

Fiche 59.

Indicateur d'impact POL7-DEB-TP-E/O-BV : pollution des eaux de surface par des débordements de temps de pluie

Dysfonctionnement	DEBORDEMENT
Indicateur d'IMPACT	Indicateur d'impact POL7-DEB-TP-E/O-BV Pollution des eaux de surface par des débordements de temps de pluie
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant ou Secteur Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ Impact estimé à partir d'observations Impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	POL7-DEB-TP-E/O-BV = DEB5-TP-O-BV ⊗ V-ES-POL Voir le Tableau 103.
Commentaire	Cet indicateur est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant le débordement, déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.

Tableau 103 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL7

DEB5-TP-O-BV	1	2	3	4
Sensibilité du milieu récepteur V-ES-POL				
1	1	1	2	3
2	1	2	3	4
3	1	3	4	4

Fiche 60.

Indicateur d'impact POL8-DEB-TSTP-E/O-BV : pollution des eaux de surface par des débordements de temps sec ou de temps de pluie

Dysfonctionnement	DEBORDEMENT
Indicateur d'IMPACT	Indicateur d'impact POL8-DEB-TSTP-E/O-BV Pollution des eaux de surface par des débordements de temps sec ou de temps de pluie
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau, Secteur ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ Impact estimé à partir d'observations Impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	POL8-DEB-TSTP-E/O-BV = MAX [(DEB4-TS-O-BV \otimes V-ES-POL) ; POL7-DEB-TP-E/O-BV] Voir le Tableau 104.
Commentaire	Cet indicateur est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant les débordements, déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.

Tableau 104 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL8

DEB4-TS-O-BV	1	2	3	4
Sensibilité du milieu récepteur V-ES-POL				
1	1	1	2	3
2	1	2	3	4
3	1	3	4	4

Fiche 61.

Indicateur d'impact PON1-DEBTP-E/O-BV : pollution des eaux souterraines par des débordements de temps de pluie

Dysfonctionnement	DEBORDEMENT
Indicateur d'IMPACT	Indicateur d'impact PON1-DEBTP-E/O-BV Pollution des eaux souterraines par des débordements de temps de pluie
Échelle de l'évaluation	Réseau, Secteur ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ Impact estimé à partir d'observations Impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	PON1-DEBTP-E/O-BV = DEB5-TP-O-BV ⊗ V-SN-PON Voir le Tableau 105.
Commentaire	Cet indicateur est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant le débordement, secteur déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.

Tableau 105 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur PON1

V-SN-PON	DEB5-O-BV	1	2	3	4
1		1	1	2	3
2		1	2	3	4
3		1	3	4	4

Fiche 62.

Indicateur d'impact PON2-DEB-TSTP-E/O-BV : pollution des eaux souterraines par des débordements de temps sec ou de temps de pluie

Dysfonctionnement	DEBORDEMENT
Indicateur IMPACT	Indicateur d'impact PON2-DEB-TSTP-E/O-BV Pollution des eaux souterraines par des débordements de temps sec ou de temps de pluie
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau, Secteur ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ Impact estimé à partir d'observations Impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	PON2-DEB-TSTP-E/O-BV = MAX [(DEB4-TS-O-BV \otimes V-SN-PON) ; PON1-DEB-TP-E/O-T] Voir le Tableau 106.
Commentaire	Cet indicateur est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant le débordement, secteur déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.

Tableau 106 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur PON2

	DEB4-TS-O-BV	1	2	3	4
V-SN-PON					
1		1	1	2	3
2		1	2	3	4
3		1	3	4	4

LE DYSFONCTIONNEMENT DÉVERSEMENT ET SES IMPACTS

Fiche 63.

Indicateur DEV4-TS-O-BV : fréquence de déversement en temps sec

Dysfonctionnement	DEVERSEMENT
Indicateurs de DYSFONCT.	DEV4-TS-O-BV Fréquence de déversement en temps sec
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	➤ Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	%, converti en niveau, avec, par exemple, les seuils suivants : niveau 1 : $F < 0,25 \%$ (0,5 j / 200) niveau 2 : $0,25 \% < F < 1 \%$ (2 j / 200) niveau 3 : $1 \% < F < 8 \%$ (16j / 200) niveau 4 : $F > 8 \%$,
Évaluation	Nombre de jours avec débordement en l'absence de pluie significative (moyenne sur n (3-5?) ans) / Nombre de jours sans pluie significative. Une pluie significative est une pluie supérieure à un seuil conventionnel (ex : 2 mm / h), et inférieure à un seuil de dimensionnement (exemple période de retour décennale).
Commentaire	Cet indicateur est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant le déversement, secteur déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau, selon les principes exposés dans l'annexe 5.

Fiche 64.

Indicateur DEV5-TP-O-BV : fréquence de déversement en temps de pluie

Dysfonctionnement	DEVERSEMENT
Indicateurs de DYSFONCT.	DEV5-TP-O-BV Fréquence de déversement en temps de pluie
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	➤ Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	%, converti en niveau, avec, par exemple, les seuils suivants : niveau 1 : F < 0,25 % (0,5 j / 200) niveau 2 : 0,25 % < F < 1 % (2 j / 200) niveau 3 : 1 % < F < 8 % (16 j / 200) niveau 4 : F > 8 %
Évaluation	Nombre de jours avec déversement avec pluie significative / Nombre de jours avec pluie significative (moyenne sur n (3-5) ans). Une pluie significative est une pluie supérieure à un seuil conventionnel (ex : 2 mm / h), et inférieure à un seuil de dimensionnement (exemple période de retour décennale)
Commentaire	Cet indicateur est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant le déversement, secteur déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5. Cet indicateur est différent de l'indicateur proposé par l'IWA : wEn5 – <i>intermittent overflow discharge related to rainfall</i> (rejets intermittents rapportés à la pluie) exprimé en pourcentage, volume rejeté / pluie annuelle (voir l'annexe 7).

Fiche 65.

Indicateur d'impact POL2a-DEV-O-BV : taux de dépassement d'une autorisation de rejet pour un déversoir d'orage

Dysfonctionnement	DEVERSEMENT
Indicateur d'IMPACT	POL2a-DEV-O-BV Taux de dépassement d'une autorisation de rejet pour un déversoir d'orage
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau, Secteur, ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	➤ Impact observé Impact estimé à partir d'observations Impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	%, converti en niveau, avec par exemple les seuils suivants : niveau 1 : taux ≤ 0 % niveau 2 : 0 % < taux ≤ 20 % niveau 3 : 20 % < taux ≤ 100 % niveau 4 : taux > 100 %
Évaluation	(Nombre de jours avec déversement avec pluie non exceptionnelle - Nombre de jours autorisés) / MAX (nombre de jours autorisés, 1) ; (cumul sur n (3-5?) ans).
Commentaire	Une valeur négative indique un respect de l'autorisation de rejet. Une valeur de 100 % indique une fréquence de déversement double de ce qui est autorisé. (L'expression de cet indicateur peut être adaptée en fonction des termes de l'autorisation de rejet, tout en respectant l'esprit de l'échelle proposée). Cet indicateur est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant le déversement, secteur déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.

Fiche 66.

Indicateur de vulnérabilité V-ES-POL : sensibilité des eaux de surface à la pollution

Indicateur de vulnérabilité	V-ES-POL Sensibilité des eaux de surface à la pollution
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3
Évaluation	On propose de distinguer 3 niveaux de sensibilité du milieu récepteur : <ul style="list-style-type: none"> — niveau 1 : milieu récepteur peu sensible à la qualité des rejets ; — niveau 2 : milieu récepteur sensible ; — niveau 3 : milieu récepteur très sensible.
Commentaire	<p>Cet indicateur caractérise la vulnérabilité du milieu récepteur au niveau d'un point de rejet : il est donc affecté au versant défini par le point de rejet.</p> <p>La sensibilité des milieux récepteurs est un facteur important dans l'approche réglementaire des rejets polluants. Elle est donc définie dans de nombreux documents (étude d'impact, document d'incidence, autorisation de rejet...) au moins pour les stations d'épuration. Ces informations pourront souvent être transposées au niveau des points de surverse, mais les informations disponibles deviennent beaucoup plus rares dès qu'il s'agit de cours d'eau de faible importance. On s'appuiera alors sur les usages de ces cours d'eau et sur une appréciation de leur qualité actuelle.</p> <p>Par ailleurs la proposition d'un indicateur unique de vulnérabilité codifié en trois niveaux est extrêmement rustique. On sera souvent amené à distinguer davantage de classes, à différencier la sensibilité aux rejets bruts (surverses) et aux rejets traités (rejets de STEP), en temps sec et en temps de pluie... L'objet du projet RERAU n'est pas de détailler ces aspects, mais de proposer des modalités pour les prendre en compte une fois qu'ils ont été définis.</p>

Fiche 67.

Indicateur d'impact POL3a-DEV-TS-E/O-BV : pollution des eaux de surface par des déversements de temps sec dus à des problèmes aval

Dysfonctionnement	DEVERSEMENT
Indicateur d'IMPACT	POL3a-DEV-TS-E/O-BV Pollution des eaux de surface par des déversements de temps sec dus à des problèmes aval
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ Impact estimé à partir d'observations Impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	POL3a-DEV-TS-E/O-BV = DEV4-TS-O-BV ⊗ V-ES-POL Voir le Tableau 107.
Commentaire	Cet indicateur est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant le déversement, secteur déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.

Tableau 107 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL3a

DEV4-TS-O-BV	1	2	3	4
V-ES-POL				
1 – Milieu peu sensible	1	1	2	3
2 – Milieu sensible	1	2	3	4
3 – Milieu très sensible	1	3	4	4

Fiche 68.

Indicateur d'impact POL3b-DEV-TS-E/O-BV : pollution des eaux de surface par des déversements de temps sec dus aux infiltrations

Dysfonctionnement	DEVERSEMENT
Indicateur d'IMPACT	POL3b-DEV-TS-E/O-BV Pollution des eaux de surface par des déversements de temps sec dus aux infiltrations
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ Impact estimé à partir d'observations Impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	POL3b-DEV-TS-E/O-BV = DEV4-TS-O-BV ⊗ V-ES-POL Voir le Tableau 108.
Commentaire	Cet indicateur ne diffère du précédent (POL3a) que par le secteur auquel il est attaché. Il s'agit ici de l'amont du DO concerné.

Tableau 108 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL3b

DEV4-TS-O-BV	1	2	3	4
V-ES-POL				
1 – Milieu peu sensible	1	1	2	3
2 – Milieu sensible	1	2	3	4
3 – Milieu très sensible	1	3	4	4

Fiche 69.

Indicateur d'impact POL4-DEV-TP-E/O-BV : pollution des eaux de surface par des déversements de temps de pluie

Dysfonctionnement	DEVERSEMENT
Indicateur	POL4-DEV-TP-E/O-BV
IMPACT	Pollution des eaux de surface par des déversements de temps de pluie
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ Impact estimé à partir d'observations Impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	POL4-DEV-TP-E/O-BV = DEV5-TP-O-BV ⊗ V-ES-POL Voir le Tableau 109.
Commentaire	Cet indicateur est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant le déversement, secteur déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.

Tableau 109 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL4

DEV5-TP-O-BV	1	2	3	4
V-ES-POL				
1 – Milieu peu sensible	1	1	2	3
2 – Milieu sensible	1	2	3	4
3 – Milieu très sensible	1	3	4	4

Fiche 70.

Indicateur d'impact POL5a-DEV-TP-E/O-BV : indicateur global de pollution des eaux de surface par des déversements de temps de pluie, dus à des problèmes aval

Dysfonctionnement	DEVERSEMENT
Indicateur d'IMPACT	POL5a-DEV-TP-E/O-BV Indicateur global de pollution des eaux de surface par des déversements de temps de pluie, dus à des problèmes aval
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ Impact estimé à partir d'observations Impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	POL5a-DEV-TP-E/O-BV = POL4-DEV-TP-E/O-BV ⊗ POL2a-DEV-O-BV Voir le Tableau 110.
Commentaire	Cet indicateur est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant le déversement, secteur déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5.

Tableau 110 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL5a

POL4-DEVTP-E/O-BV	1	2	3	4
POL2a-DEV-O-BV				
Pas d'autorisation de rejet	1	2	3	4
1 -	1	2	2	3
2 -	2	3	3	4
3 -	2	3	4	4
4 -	3	3	4	4

Fiche 71.

Indicateur d'impact POL5b-DEV-TP-E/O-BV : indicateur global de pollution des eaux de surface par des déversements de temps de pluie, reprenant des dépôts amont

Dysfonctionnement	DEVERSEMENT
Indicateur d'IMPACT	POL5b-DEV-TP-E/O-BV Indicateur global de pollution des eaux de surface par des déversements de temps de pluie, reprenant des dépôts amont
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ Impact estimé à partir d'observations Impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	POL5b-DEV-TP-E/O-BV = POL4-DEV-TP-E/O-BV ⊗ POL2a-DEV-O-BV Voir le Tableau 111.
Commentaire	Cet indicateur ne diffère du précédent (POL5a) que par le secteur auquel il est attaché. Il s'agit ici d'un secteur s'étendant à l'amont du déversoir concerné, en ajoutant une limite de distance (par exemple 1 km).

Tableau 111 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL5b

POL4-DEV-TP-E/O-BV	1	2	3	4
POL2a-DEV-O-BV				
Pas d'autorisation de rejet	1	2	3	4
1 -	1	2	2	3
2 -	2	3	3	4
3 -	2	3	4	4
4 -	3	3	4	4

Fiche 72.

Indicateur d'impact POL6-DEV-TSTP-E/O-BV : indicateur global de pollution des eaux de surface par des surverses de temps sec ou de temps de pluie

Dysfonctionnement	DEVERSEMENT
Indicateur d'IMPACT	POL6-DEV-TSTP-E/O- BV Indicateur global de pollution des eaux de surface par des surverses de temps sec ou de temps de pluie
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ou Bassin Versant Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ Impact estimé à partir d'observations Impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	POL6-DEV-TSTP-E/O-T = [MAX(POL4-DEVTP-E/O-BV, POL3a-DEVTS-E/O-BV)] ⊗ POL2a-DEV-O-BV Voir le Tableau 112.
Commentaire	Bien que cet indicateur inclut les déversements de temps sec, affectés au BV du déversoir, il est attaché à un secteur dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant le déversement, secteur déterminé à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5. En effet il sert à évaluer les impacts de bouchages et ensablements, susceptibles de provoquer des déversements de temps sec et de temps de pluie.

Tableau 112 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL6

MAX (POL3a, POL4)	1	2	3	4
POL2a-DEV-O- BV				
pas d'autorisation de rejet	1	2	3	4
1	1	2	2	3
2	2	3	3	4
3	2	3	4	4
4	3	3	4	4

LE DYSFONCTIONNEMENT *ENSABLEMENT* ET SES IMPACTS

Fiche 73.

Indicateur ENS1-O-T : fréquence de curage pratiquée

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Indicateur DYSFONCT.	ENS1-O-T Fréquence de curage pratiquée
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Nombre d'interventions par an, (calculé sur une période de référence suffisante, 3-5 ans), converti en niveau, avec, par exemple, les seuils suivants : — niveau 1 : $F \leq 0,5$ — niveau 2 : $0,5 < F \leq 1$ — niveau 3 : $1 < F \leq 3$ — niveau 4 : $F > 3$
Évaluation	Nombre d'opérations de curage, de type préventif ou curatif, effectivement pratiquées.
Commentaire	Cet indicateur est complémentaire de l'indicateur ENS3-O-T. Si la fréquence de curage effectivement pratiquée est suffisante, elle pourra induire des coûts élevés. Si elle est insuffisante elle provoquera des niveaux d'ensablement élevés.

Fiche 74.

Indicateur ENS3-O-T : niveau maximum d'ensablement

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Indicateur de DYSFONCT.	ENS3 -O-T Niveau maximum d'ensablement
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	% du diamètre, converti en niveau, avec, par exemple, les seuils suivants : — niveau 1 : $N \leq 15 \%$ — niveau 2 : $15 \% < N \leq 30 \%$ — niveau 3 : $30 \% < N \leq 50 \%$ — niveau 4 : $N > 50 \%$
Évaluation	Relevés d'ensablement aux regards. Valeur maximum sur les 5 dernières années, affectée au tronçon selon une moyenne amont + aval.

Fiche 75.

Indicateur ENS4-E/O-T : risque d'ensablement estimé à partir d'une inspection visuelle

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Indicateur de DYSFONCT.	ENS4 -E/O-T Risque d'ensablement estimé à partir d'une inspection visuelle
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé ➤ Dysfonctionnement estimé à partir d'observations
Unité ou niveaux	1/2/3/4
Évaluation	1 – codage Ci des observations Oi selon la norme EN 13508-2 ; 2 – traduction Ni des observations codées Ci suivant le Tableau 113 ; 3 – calcul de la densité $D = N / LT$ avec $N = \sum Ni$, et LT : longueur du tronçon (m) ; 4 – comparaison de D avec les seuils S1, S2, S3 : niveau 1 si $D \leq S1$; niveau 2 si $S1 < D \leq S2$; niveau 3 si $S2 < D \leq S3$; niveau 4 si $S3 < D$.
Commentaire	Si l'inspection est abandonnée (code BDC) pour cause de regard borgne, le tronçon peut être affecté directement en niveau 4.

Tableau 113 : évaluation de l'indicateur ENS4-E/O-T à partir des défauts observés

		1	α	α^2	α^3	Gravité Étendue
Courbure du collecteur	BCC				# ; A ou B (1)	x P
Niveau d'eau	BDD					
Caméra noyée	BDG				A	
caméra bloquée	BDC					
Rupture / effondrement	BAC	A			C	x P
Briquetage ou éléments maçonnerie défectueux	BAD	A/C			D	x P
Dégradation de surface	BAF		BAF			x L_obs
Branchement pénétrant	BAG			BAG		x P
Joint d'étanchéité apparent	BAI	# ; B/C/E				x P
Déplacement d'assemblage	BAJ	B/C				x P
Défaut de revêtement	BAK	Q < 10%	Q > 10%			x P
Racines	BBA	B		A/C, Q < 50%	A/C, Q > 50%	x P
Dépôts adhérents	BBB	Q < 10%	Q > 10%		Q > 50%	x P
Dépôts	BBC	C ; Q < 10 %	C ; Q > 10 %		C ; Q > 50 %	x P
Entrée de terre	BBD	Q < 10 %	Q > 10 %		Q > 50 %	x P
Autres obstacles	BBE			Q < 50 %	Q > 50 %	x P

(1) selon le sens de l'inspection (amont vers aval ou aval vers amont)

Fiche 76.

Indicateur ENS5-C-T : ensablement potentiellement d'origine structurelle et préjudiciable à la capacité hydraulique

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Indicateur de DYSFONCT.	ENS5 -C-T Ensablement potentiellement d'origine structurelle et préjudiciable à la capacité hydraulique
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque ➤ Dysfonctionnement estimé par combinaison de plusieurs indicateurs
Unité ou niveaux	1/2/3/4
Évaluation	ENS5-C-T = EDS-E-T ⊗ MAX (ENS3-O-T, HYD2-O-BV) Voir le Tableau 114.
Commentaire	<p>L'indicateur global d'ensablement ENS5-C-T pour décision d'investigation donne la priorité aux observations de niveaux d'ensablement ou de mises en charge, et module cet indicateur par l'état de santé estimé.</p> <p>Cette modulation est plutôt dans le sens pessimiste (3 valeurs notées 3* ou 4* du Tableau 114) mais peut être dans le sens optimiste (une valeur soulignée du tableau).</p> <p>Cet indicateur est utilisé pour évaluer des critères liés aux impacts de débordements ou de déversements. La mise en relation du tronçon sujet à ensablement et de points de débordements ou de surverses se fait via l'appartenance du tronçon considéré à la zone d'influence de débordements ou de surverses amont.</p>

Tableau 114 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur ENS5-C-T

MAX (ENS3-O-T, HYD2-O-BV) EDS-E-T	1	2	3	4
1	1	2	3	<u>3</u>
2	1	2	3	4
3	1	3*	3	4
4	1	3*	4*	4

Fiche 77.

Indicateur ENS6-C-T : ensablement d'origine structurelle
et préjudiciable à la capacité hydraulique

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Indicateur de DYSFONCT.	ENS6 -C-T Ensablement d'origine structurelle et préjudiciable à la capacité hydraulique
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque ➤ Dysfonctionnement estimé par combinaison de plusieurs indicateurs
Unité ou niveaux	1/2/3/4
Évaluation	ENS6-C-T = [MAX (ENS3-O-T, HYD2-O-BV)] ⊗ ENS4-E/O-T Voir le Tableau 115.
Commentaire	<p>L'indicateur global d'ensablement ENS6-C-T pour décision de réhabilitation donne la priorité aux défauts observés et susceptibles d'entraîner des ensablements, ENS4-E/O-T, et module cet indicateur par les observations de niveaux d'ensablement ou de mises en charge.</p> <p>Cette modulation est plutôt dans le sens pessimiste (3 valeurs notées 3* ou 4*) mais peut être dans le sens optimiste (une valeur soulignée du tableau).</p> <p>Cet indicateur est utilisé pour évaluer des critères liés aux impacts de débordements ou de déversements. La mise en relation du tronçon sujet à ensablement et de points de débordements ou de surverses se fait <i>via</i> l'appartenance du tronçon considéré à la zone d'influence de débordements ou de surverses amont.</p>

Tableau 115 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur ENS6-C-T

	ENS4	1	2	3	4
MAX (ENS3, HYD2)					
1	1	2	3	<u>3</u>	
2	1	2	3	4	
3	1	3*	3	4	
4	1	3*	4*	4	

Fiche 78.

Indicateur ENS7-C-T : indicateur global d'ensablement observé d'origine structurelle susceptible de se répercuter sur la qualité des surverses aval

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Indicateur de DYSFONCT.	ENS7 -C-T Indicateur global d'ensablement observé d'origine structurelle susceptible de se répercuter sur la qualité des surverses aval
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque ➤ Dysfonctionnement estimé par combinaison de plusieurs indicateurs
Unité ou niveaux	1/2/3/4
Évaluation	ENS7-C-T = ENS3-O-T ⊗ ENS4-E/O-T Voir le Tableau 116.
Commentaire	La mise en relation du tronçon considéré avec un point de déversement se fait sur un simple critère de présence de site de déversement à l'aval d'un site d'ensablement, en ajoutant une limite de distance. (voir le critère R/POL6/DEV/ENS - Fiche 83)

Tableau 116 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur ENS7-C-T

	ENS3-O-T	1	2	3	4
ENS4-E/O-T					
1		1	2	3	3
2		1	2	3	4
3		1	3	3	4
4		1	3	4	4

Fiche 79.

Indicateur ENS8-C-T : risque d'ensablement d'origine structurelle préjudiciable aux surverses aval

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Indicateur de DYSFONCT.	ENS8 -C-T Risque d'ensablement d'origine structurelle préjudiciable aux surverses aval
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque ➤ Dysfonctionnement estimé par combinaison de plusieurs indicateurs
Unité ou niveaux	1/2/3/4
Évaluation	ENS8-C-T = ENS3-O-T ⊗ EDS-T Voir le Tableau 117.
Commentaire	La mise en relation du tronçon considéré avec un point de déversement se fait sur un simple critère de présence de sites de déversement à l'aval d'un site d'ensablement, en ajoutant une limite de distance. (Voir le critère I/POL6).

Tableau 117 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur ENS8-C-T

EDS-E-T	ENS3-O-T	1	2	3	4
1	1	1	2	3	3
2	1	1	2	3	4
3	1	1	3	3	4
4	1	1	3	4	4

Fiche 80.

Critère I/POL5/DEV/ENS : inspections des causes d'ensablement contribuant à des déversements amont polluant les eaux de surface

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Critère d'investigation	I/POL5/DEV/ENS Inspections des causes d'ensablement contribuant à des déversements amont polluant les eaux de surface
Évaluation	I/POL5/DEV/ENS = MIN [ENS5-C-T, POL6-DEV-TSTP-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des déversements polluants sont observés, traduit par POL6-DEV-E/O-BV ; — déversements qui peuvent être au moins en partie attribués à des ensablements, traduit par ENS5-C-T, combinant la présomption de défauts de structure et autres obstacles, et l'observation de mises en charge (HYD2-O-BV) ou de niveaux d'ensablement élevés (ENS3). <p>La mise en relation du tronçon considéré avec un point de déversement se fait par l'appartenance du tronçon considéré à la zone d'influence du point de déversement.</p>

Fiche 81.

Critère R/POL5/DEV/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des déversements amont polluant les eaux de surface

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Critère de réhabilitation	R/POL5/DEV/ENS Réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des déversements amont polluant les eaux de surface
Évaluation	R/POL5/DEV/ENS = MIN [ENS6-C-T, POL6-DEV-TSTP-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des déversements polluants sont observés, traduit par POL6-DEV-TSTP-E/O-BV ; — déversements qui peuvent être au moins en partie attribués à des ensablements, traduit par ENS6-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles (ENS4-E/O-T) et l'observation éventuelle de niveaux d'ensablement élevés (ENS3-O-T) ou de mises en charge (HYD2-O-BV), ces dernières pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné. <p>La mise en relation du tronçon considéré avec un point de déversement se fait par l'appartenance du tronçon considéré à la zone d'influence du point de déversement.</p>

Fiche 82.

Critère I/POL6/DEV/ENS : inspection des causes d'ensablement contribuant à la pollution de déversements aval

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Critère d'investigation	I/POL6/DEV/ENS Inspection des causes d'ensablement contribuant à la pollution de déversements aval
Évaluation	I/POL6/DEV/ENS = MIN [ENS8-C-T, POL5b-DEV-TP-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'aval desquels des déversements polluants sont observés en temps de pluie, traduit par POL5b-DEV-TP-E/O-BV ; — déversements dont la charge polluante peut être aggravée par la reprise d'ensablements éventuels, traduit par ENS8-C-T, combinant la présomption de défauts de structure et autres obstacles (EDS-E-T), et l'observation de niveaux d'ensablement élevés.

Fiche 83.

Critère R/POL6/DEV/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à la pollution de déversements aval

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Critère de réhabilitation	R/POL6/DEV/ENS Réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à la pollution de déversements aval
Évaluation	R/POL6/DEV/ENS = MIN [ENS7-C-T, POL5b-DEV-TP-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'aval desquels des déversements polluants sont observés en temps de pluie, traduit par POL5b-DEV-TP-E/O-BV ; — déversements dont la charge polluante peut être aggravée par la reprise d'ensablements, traduit par ENS7-C-T, combinant observation de défauts favorables à l'ensablement (ENS4-E/O-T) et observation éventuelle de niveaux d'ensablement élevés (ENS3-O-T).

Fiche 84.

Critère I/POL8/DEB/ENS : inspection des causes d'ensablement contribuant à des débordements amont polluant les eaux de surface

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Critère d'investigation	I/POL8/DEB/ENS Inspection des causes d'ensablement contribuant à des débordements amont polluant les eaux de surface
Évaluation	I/POL8/DEB/ENS = MIN [ENS5-C-T, POL8-DEB-TSTP-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des débordements polluants sont observés, traduit par POL8-DEB-TSTP-E/O-BV ; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à des ensablements, traduit par ENS5-C-T, combinant l'observation éventuelle de niveaux d'ensablement élevés (ENS3-O-T) et la présomption de défauts de structure et autres obstacles (EDS-E-T) pouvant être renforcée par l'observation de mises en charge (HYD2-O-BV).

Fiche 85.

Critère R/POL8/DEB/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des débordements amont polluant les eaux de surface

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Critère de réhabilitation	R/POL8/DEB/ENS Réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des débordements amont polluant les eaux de surface
Évaluation	R/POL8/DEB/ENS = MIN [ENS6-C-T, POL8-DEB-TSTP-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des débordements polluants sont observés, traduit par POL8-DEB-TSTP-E/O-BV ; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à des ensablements, traduit par ENS6-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles (ENS4-E/O-T) et l'observation éventuelle de niveaux d'ensablement élevés (ENS3-O-T) ou de mises en charge (HYD2-O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné.

Fiche 86.

Critère I/PON3/DEB/ENS : inspection des causes d'ensablement contribuant à des débordements à l'amont polluant les eaux souterraines

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Critère d'investigation	I/PON3/DEB/ENS Inspection des causes d'ensablement contribuant à des débordements à l'amont polluant les eaux souterraines
Évaluation	I/PON3/DEB/ENS = MIN [ENS5-C-T, PON2-DEB-TSTP-E/O-BV]
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons : <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des débordements polluants sont observés, traduit par PON2-DEB-TSTP-E/O-BV ; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à des ensablements, traduit par ENS5-C-T, combinant l'observation éventuelle de niveaux d'ensablement élevés (ENS3-O-T) et la présomption de défauts de structure et autres obstacles (EDS-E-T), pouvant être renforcée par l'observation de mises en charge (HYD2-O-BV).

Fiche 87.

Critère R/PON3/DEB/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des débordements à l'amont polluant les eaux souterraines

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Critère de réhabilitation	R/PON3/DEB/ENS Réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des débordements à l'amont polluant les eaux souterraines
Évaluation	R/PON3/DEB/ENS = MIN [ENS6-C-T, PON2-DEB-TSTP-E/O-BV]
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons : <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des débordements polluants sont observés, traduit par PON2-DEB-TSTP-E/O-BV ; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à des ensablements, traduit par ENS6-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles (ENS4-E/O-T) et l'observation éventuelle de niveaux d'ensablement élevés (ENS3-O-T) ou de mises en charge (HYD2-O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné.

Fiche 88.

Critère INUH3/DEB-TSTP/ENS : inspection des causes d'ensablement contribuant à des débordements préjudiciables

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Critère d'inspection	I/NUH3/DEB-TSTP/ENS Inspection des causes d'ensablement contribuant à des débordements préjudiciables
Évaluation	I/NUH3/DEB-TSTP/ENS = MIN [ENS5-C-T, NUH3-DEB-TSTP-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une inspection sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des débordements préjudiciables sont observés, traduit par NUH3-DEB-TSTP-E-BV = MAX (DEB5-O-TP-T \otimes V-URB-NUH, DEB4-O-TS-T \otimes V-URB-NUH) ; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à des ensablements, traduit par ENS5-C-T, combinant l'observation éventuelle de niveaux d'ensablement élevés (ENS3-O-T) et la présomption de défauts de structure et autres obstacles (EDS-E-T), pouvant être renforcée par l'observation de mises en charge (HYD2-O-BV).

Fiche 89.

Critère R/NUH3/DEB-TSTP/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des débordements préjudiciables

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Critère de réhabilitation	R/NUH3/DEB-TSTP/ENS Réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des débordements préjudiciables
Évaluation	R/NUH3/DEB-TSTP/ENS = MIN [ENS6-C-T, NUH3-DEB-TSTP-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des débordements inacceptables sont observés, traduit par NUH3-DEB-TSTP-E/O-BV = MAX (DEB5-O-TP-T \otimes V-URB-NUH, DEB4-O-TS-T \otimes V-URB-NUH) ; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à des ensablements, traduit par ENS6-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles (ENS4-E/O-T) et l'observation éventuelle de niveaux d'ensablement élevés (ENS3-O-T) ou de mises en charge (HYD2-O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné.

Fiche 90.

Indicateur de vulnérabilité V-CXR-ENS : sensibilité des coûts d'exploitation du réseau à la fréquence de curage

Indicateur de VULNÉRABILITÉ	V-CXR-ENS Sensibilité des coûts d'exploitation du réseau à la fréquence de curage
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ➤ Tronçon
Unité ou niveaux	€ / intervention
Évaluation	Le coût unitaire de curage joue le rôle d'une vulnérabilité dans l'estimation de l'impact économique des ensablements. Il peut le cas échéant être modulé en fonction des tronçons.

Fiche 91.

Indicateur d'impact CXR2-ENS-E/O-T : surcoût d'exploitation dû aux curages

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Indicateurs d'IMPACT	CXR2-ENS -E/O-T Surcoût d'exploitation dû aux curages
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Impact observé impact estimé à partir d'observations impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4.
Évaluation	$CXR2-ENS-E/O-T = ENS1-O-T \times V-CXR-ENS$ Seuils à définir, sous forme (€ / an / tronçon), de manière homogène avec les surcoûts de transport des eaux parasites, les coûts de désobstruction, et avec les coûts d'exploitation en station.
Commentaire	Le coût unitaire d'intervention joue ici le rôle d'une vulnérabilité dans l'estimation de l'impact économique. Il est à appliquer à ENS1 lorsque cet indicateur est encore sous forme dimensionnelle (nombre / an). Le résultat obtenu est converti en niveau. Cette définition en niveaux permet ensuite la combinaison directe avec les indicateurs EDS et ENS4 pour définir des critères.

Fiche 92.

Critère I/CXR1/ENS : inspection des causes d'ensablement entraînant des coûts de curage prohibitifs

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Critère d'investigation	I/CXR1/ENS Inspection des causes d'ensablement entraînant des coûts du curage prohibitifs
Évaluation	I/CXR1/ENS = MIN (EDS, CXR2-ENS-E/O-T)
Commentaire	<p>L'opérateur MIN signifie que c'est la conjonction des deux observations (impact ET état de santé estimé) qui justifie une investigation.</p> <p>Cette prise en compte de l'état de santé estimé à partir de facteurs de risque, des résultats d'ITV précédentes et de modèles de vieillissement est générale pour tous les critères d'inspection.</p> <p>On peut imaginer que dans certains cas (absence d'ITV précédente) la fréquence de curage à elle seule déclenche une ITV... à l'occasion d'une de ces opérations de curage.</p>

Fiche 93.

Critère R/CXR1/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement entraînant des coûts de curage prohibitifs

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Critère de réhabilitation	R/CXR1/ENS Réhabilitation des causes d'ensablement entraînant des coûts du curage prohibitifs
Évaluation	R/CXR1/ENS = MIN (CXR2-ENS-E/O-T, ENS4-E/O-T)
Commentaire	<p>Une réhabilitation est justifiée si des défauts constatés lors de l'inspection permettent d'expliquer l'ensablement (jugé excessif en terme de coût d'exploitation).</p> <p>Ce critère de réhabilitation combine donc deux indicateurs : CXR2 qui représente le surcoût d'exploitation, et ENS4-E/O-T le risque d'ensablement estimé à partir d'une inspection.</p> <p>L'opérateur MIN signifie que c'est la conjonction des deux observations (impact ET facteurs structurels) qui justifie la réhabilitation.</p>

Fiche 94.

Indicateur de vulnérabilité V-URB-TRA : sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis de perturbations diverses

Dysfonctionnement	DEBORDEMENT
Indicateur	Indicateur d'impact V-URB-TRA
De VULNERABILITE	Sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis de perturbations diverses
Échelle de l'évaluation	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Secteur ➤ Tronçon
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	À partir de données urbanistiques
Commentaire	<p>Cet indicateur est défini à l'échelle d'un secteur. Il sert à évaluer des perturbations diverses, ayant souvent un impact sur la circulation : opérations d'exploitation, effondrement du réseau...</p> <p>Chaque gestionnaire pourra définir son propre indicateur, par exemple on peut prendre en compte les types d'information suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> — voirie : <ul style="list-style-type: none"> — hypercentre / reste de l'agglomération ; — rue commerçante ; — voies stratégiques (accès à l'agglomération, desserte de quartiers, transports en commun...); — parking ; — espaces verts ; — ...

Fiche 95.
Indicateur d'impact TRA1-ENS-E/O-T : nuisances dues au curage

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Indicateurs d'IMPACT	TRA1-ENS -E/O-T Nuisances dues au curage
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	impact observé ➤ impact estimé à partir d'observations impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4.
Évaluation	TRA1-ENS-E/O-T = ENS1-O-T ⊗ V-URB-TRA Voir le Tableau 118.
Commentaire	Cet indicateur d'impact combine la fréquence de curage pratiquée (ENS1-O-T) et la sensibilité du milieu urbain vis-à-vis des perturbations engendrées par les opérations (curatives ou préventives) de curage.

Tableau 118 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur d'impact TRA1-ENS-E/O-T

	ENS1-O-T	1	2	3	4
V-URB-TRA : Sensibilité du milieu urbain					
1		1	1	1	2
2		1	1	2	3
3		1	2	3	4
4		2	3	4	4

Fiche 96.

Critère I/TRA2/ENS : inspection des causes d'ensablement
contribuant à des nuisances d'exploitation

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Critère d'investigation	I/TRA2/ENS Inspection des causes d'ensablement contribuant à des nuisances d'exploitation
Évaluation	I/TRA2/ENS = MIN (EDS-E-T, TRA1-ENS-E/O-T)
Commentaire	L'opérateur MIN signifie que c'est la conjonction des deux observations (impact ET état de santé estimé) qui justifie une investigation. Cette prise en compte de l'état de santé estimé à partir de facteurs de risque, des résultats d'ITV précédentes et de modèles de vieillissement est générale pour tous les critères d'inspection. On peut imaginer que dans certains cas (absence d'ITV précédente) la fréquence de curage à elle seule déclenche une ITV... à l'occasion d'une de ces opérations de curage.

Fiche 97.

Critère R/TRA2/ENS : réhabilitation des causes d'ensablement
contribuant à des nuisances d'exploitation

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Critère de réhabilitation	R/TRA2/ENS Réhabilitation des causes d'ensablement contribuant à des nuisances d'exploitation
Évaluation	R/TRA2/ENS = MIN (TRA1-ENS-E/O-T , ENS4-E/O-T)
Commentaire	Une réhabilitation est justifiée si des défauts constatés lors de l'inspection permettent d'expliquer l'ensablement. Ce critère de réhabilitation combine donc deux indicateurs : TRA1 qui représente les perturbations induites par les curages fréquents, et l'indicateur ENS4-E/O-T le risque d'ensablement estimé à partir d'une inspection.

LE DYSFONCTIONNEMENT *BOUCHAGE* ET SES IMPACTS

Fiche 98.

Indicateur BOU3-O-T : fréquence de bouchage

Dysfonctionnement	Bouchage
Indicateur de DYSFONCT.	BOU3-O-T Fréquence de bouchage
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Nombre d'interventions / an, converti en niveau : 1/2/3/4
Évaluation	On peut envisager les seuils suivants : — niveau 1 : 0 ou 1 intervention sur les 5 dernières années ; — niveau 2 : 2 ou 3 interventions sur les 5 dernières années ; — niveau 3 : 4 ou 5 interventions sur les 5 dernières années ; — niveau 4 : plus de 5 interventions sur les 5 dernières années.
Commentaire	Cet indicateur est issu des comptes-rendus d'interventions réalisées par exemple en réponse à des plaintes, en le limitant à la prise en compte des interventions pour bouchage sur le collecteur principal, et non sur les branchements.

Fiche 99

Indicateur BOU4-E/O-T : risque de bouchage, estimé par inspection TV

Dysfonctionnement	Bouchage
Indicateur de DYSFONCT.	BOU4-E/O-T Risque de bouchage, estimé par inspection TV
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé ➤ Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	1 – codage Ci des observations Oi selon la norme NF EN 13508-2 ; 2 – traduction Ni des observations codées Ci suivant le Tableau 119 ; 3 – calcul de la densité $D = N / LT$; avec $N = \sum Ni$, et LT : longueur du tronçon (m) 4 – évaluation du risque R par comparaison de D avec les seuils S1, S2, S3 : niveau 1 si : $D \leq S1$; 2 si $S1 < D \leq S2$; 3 si $S2 < D \leq S3$; 4 si $S3 < D$. Finalement le risque de bouchage est quantifié par : $BOU4-E/O-T = \text{MAX}(R, \text{EFF5-C-T})$, avec EFF5 le risque d'effondrement.
Commentaire	Voir le chapitre 9 concernant le calage des paramètres et des seuils.

Tableau 119 : évaluation du risque R à partir des résultats d'une inspection visuelle.

		1	α	α^2	α^3	Gravité Étendue
Branchement pénétrant	BAG		Unitaire <u>et</u> [(L>50 % <u>et</u> H 9h-15h) <u>ou</u> (L>25 % <u>et</u> H 3h-9h)]		Eaux Usées <u>et</u> [(L>50 % <u>et</u> H 9h-15h) <u>ou</u> (L>25 % <u>et</u> H 3h-9h)] (x P
Joint d'étanchéité apparent	BAI	BAI Z ; #	Unitaire <u>et</u> BAI A ; B/C		Eaux Usées <u>et</u> BAI A ; B/C	x P
Racines	BBA	BBA B			BBA A/C	x P
Dépôts adhérents	BBB	BBB C <u>ou</u> BBB A <u>et</u> Q < 10 %		BBB A <u>et</u> Q > 10 % <u>ou</u> Unitaire <u>et</u> BBB B	Eaux usées <u>et</u> BBB B/Z	x P
Dépôts	BBC	BBC C <u>si</u> Q < 10 % <u>et</u> L < 1m	BBC C <u>si</u> Q < 10 % <u>et</u> L > 1m		BBC C <u>si</u> Q > 10 %	x P
Autres obstacles	BBE				BBE	x P

Fiche 100.
Indicateur BOU5-C-T : indicateur global de bouchage préjudiciable
à la capacité hydraulique, pour décision d'investigation

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Indicateur de DYSFONCT.	BOU5-E/R-T Indicateur global de bouchage préjudiciable à la capacité hydraulique pour décision d'investigation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	BOU5-C-T = EDS-E-T ⊗ MAX (BOU3-O-T, HYD2-O-BV)
Commentaire	<p>L'indicateur global de bouchage BOU5-C-T pour investigation donne la priorité aux observations de bouchages ou de mises en charge, et module cet indicateur par l'état de santé estimé.</p> <p>Cette modulation est plutôt dans le sens pessimiste (3 valeurs soulignées du Tableau 120) mais peut être dans le sens optimiste (une valeur notée 3*).</p> <p>Cet indicateur est utilisé pour évaluer des critères liés aux impacts de débordements ou de déversements. La mise en relation du tronçon sujet à bouchage et de points de débordements ou de surverses se fait via l'appartenance du tronçon considéré à la zone d'influence de débordements ou de surverses amont.</p>

Tableau 120 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur BOU5-C-T

MAX (BOU3-O-T, HYD2-O-BV)	1	2	3	4
EDS				
1	1	2	3	3*
2	1	2	3	4
3	1	<u>3</u>	3	4
4	1	<u>3</u>	<u>4</u>	4

Fiche 101.

Indicateur BOU6-C-T: indicateur global de bouchage préjudiciable à la capacité hydraulique pour décision de réhabilitation

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Indicateur de DYSFONCT.	BOU6-C-T Indicateur global de bouchage préjudiciable à la capacité hydraulique pour décision de réhabilitation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque ➤ Dysfonctionnement estimé par combinaison de plusieurs indicateurs
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	BOU6-C-T = [MAX (BOU3-O-T, HYD2-O-BV)] ⊗ BOU4-E/O-T. Voir le Tableau 121.
Commentaire	L'indicateur global de bouchage BOU6-C-T pour réhabilitation donne la priorité aux défauts observés et susceptibles d'entraîner des bouchages, BOU4-E/O-T, et module cet indicateur par les observations de bouchages ou de mises en charge. Cette modulation est plutôt dans le sens pessimiste (3 valeurs soulignées du Tableau 121) mais peut être dans le sens optimiste (une valeur notée 3*). Cet indicateur est utilisé pour évaluer des critères liés aux impacts de débordements ou de déversements. La mise en relation du tronçon sujet à bouchage et de points de débordements ou de surverses se fait via l'appartenance du tronçon considéré à la zone d'influence de débordements ou de surverses amont.

Tableau 121 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur BOU6-C-T

BOU4	1	2	3	4
MAX (BOU3, HYD2)				
1	1	2	3	3*
2	1	2	3	4
3	1	<u>3</u>	3	4
4	1	<u>3</u>	<u>4</u>	4

Fiche 102.

Critère IPOL4/DEV/BOU : inspection des causes de bouchage
contribuant à des surverses polluantes

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Critère d'investigation	I/POL4/DEV/BOU Inspection des causes de bouchage contribuant à des surverses polluantes
Évaluation	I/POL4/DEV/BOU = MIN [BOU5-C-T, POL6-DEV-TSTP-E/O-BV]
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons : <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des déversements polluants sont observés, traduit par POL6-DEV-TSTP-E/O-BV ; — déversements qui peuvent être au moins en partie attribués à des bouchages, traduit par BOU5-C-T, combinant l'observation éventuelle d'interventions pour bouchage (BOU3-O-T) et la présomption de défauts de structure et autres obstacles, pouvant être renforcée par l'observation de mises en charge (HYD2-O-BV).

Fiche 103.

Critère RPOL4/DEV/BOU : réhabilitation des causes de bouchage
contribuant à des surverses polluantes

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Critère de réhabilitation	R/POL4/DEV/BOU Réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des surverses polluantes
Évaluation	R/POL4/DEV/BOU = MIN [BOU6-C-T, POL6-DEV-TSTP-E/O-BV]
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons : <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des déversements polluants sont observés, traduit par POL6-DEV-TSTP-E/O-BV ; — déversements qui peuvent être au moins en partie attribués à des bouchages, traduit par BOU6-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles (BOU4-E/O-T) et l'observation éventuelle d'interventions pour bouchage (BOU3-O-T) ou de mises en charge (HYD2-O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné.

Fiche 104.

Critère I/POL9/DEB/BOU : investigation des causes de bouchage contribuant à des débordements à l'amont polluant les eaux de surface

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Critère d'investigation	I/POL9/DEB/BOU Investigation des causes de bouchage contribuant à des débordements à l'amont polluant les eaux de surface
Évaluation	I/POL9/DEB/BOU = MIN [BOU5-C-T, POL8-DEB-TSTP-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des débordements polluants sont observés, traduit par POL8-DEB-TSTP-E/O-BV ; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à des bouchages, traduit par BOU5-C-T, combinant l'observation éventuelle d'interventions pour bouchage (BOU3-O-T) et la présomption de défauts de structure et autres obstacles, pouvant être renforcée par l'observation de mises en charge (HYD2-O-BV).

Fiche 105.

Critère R/POL9/DEB/BOU : réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des débordements à l'amont polluant les eaux de surface

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Critère de réhabilitation	R/POL9/DEB/BOU Réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des débordements à l'amont polluant les eaux de surface
Évaluation	R/POL9/DEB/BOU = MIN [BOU6-C-T, POL8-DEB-TSTP-E/O-BV]
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des débordements polluants sont observés, traduit par POL8-DEB-TSTP-E/O-BV ; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à des bouchages, traduit par BOU6-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles (BOU4-E/O-T) et l'observation éventuelle d'interventions pour bouchage (BOU3-O-T) ou de mises en charge (HYD2-O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné.

Fiche 106.

Critère : I/PON4/DEB/BOU : investigation des causes de bouchage contribuant à des débordements amont polluant les eaux souterraines

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Critère d'investigation	I/PON4/DEB/BOU Investigation des causes de bouchage contribuant à des débordements amont polluant les eaux souterraines
Évaluation	I/PON4/DEB/BOU = MIN [BOU5-C-T, PON2-DEB-TSTP-E/O-BV]
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons : <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des débordements polluants sont observés, traduit par PON2-DEB-TSTP-E/O-BV ; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à des bouchages, traduit par BOU5-C-T, combinant l'observation éventuelle d'interventions pour bouchage (BOU3-O-T) et la présomption de défauts de structure et autres obstacles, pouvant être renforcée par l'observation de mises en charge (HYD2-O-BV).

Fiche 107.

Critère R/PON4/DEB/BOU : réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des débordements amont polluant les eaux souterraines

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Critère de réhabilitation	R/PON4/DEB/BOU Réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des débordements amont polluant les eaux souterraines
Évaluation	R/PON4/DEB/BOU = MIN [BOU6-C-T, PON2-DEB-TSTP-E/O-BV]
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons : <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des débordements polluants sont observés, traduit par PON2-DEB-TSTP-E/O-BV ; — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à des bouchages, traduit par BOU6-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles (BOU4-E/O-T) et l'observation éventuelle d'interventions pour bouchage (BOU3-O-T) ou de mises en charge (HYD2-O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné.

Fiche 108.

Critère I/NUH2/DEB-TSTP/BOU : investigation des causes de bouchage contribuant à des débordements préjudiciables

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Critère d'inspection	I/NUH2/DEB/BOU Investigation des causes de bouchage contribuant à des débordements préjudiciables
Évaluation	$I/NUH2/DEB/BOU = \text{MIN} [\text{BOU5-C-T}, \text{NUH3-DEB-TSTP-E/O-BV}]$
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des débordements inacceptables sont observés, traduit par $\text{NUH3-DEB-E/O-BV} = \text{MAX} (\text{NUH1-DEB-TP-E/O-BV}, \text{NUH2-DEB-TS-E/O-BV})$, (voir les fiches NUH1-DEBTP-E/O-BV, NUH2-DEBTS-E/O-BV); — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à des bouchages, traduit par BOU5-C-T, combinant l'observation éventuelle d'interventions pour bouchage (BOU3-O-T) et la présomption de défauts de structure et autres obstacles, pouvant être renforcée par l'observation de mises en charge (HYD2-O-BV).

Fiche 109.

Critère R/NUH2/DEB-TSTP/BOU : réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des débordements préjudiciables

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Critère de réhabilitation	R/NUH2/DEB/BOU Réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des débordements préjudiciables
Évaluation	$R/NUH2/DEB-TSTP/BOU = \text{MIN} [\text{BOU6-C-T}, \text{NUH3-DEB-TSTP-E/O-BV}]$
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à l'amont desquels des débordements inacceptables sont observés, traduit par $\text{NUH3-DEB-E/O-BV} = \text{MAX} (\text{NUH1-DEBTP-E/O-BV}, \text{NUH2-DEBTS-E/O-BV})$, (voir les fiches $\text{NUH1-DEB-TP-E/O-BV}$, $\text{NUH2-DEB-TS-E/O-BV}$); — débordements qui peuvent être au moins en partie attribués à des bouchages, traduit par BOU6-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles (BOU4-E/O-T) et l'observation éventuelle d'interventions pour bouchage (BOU3-O-T) ou de mises en charge (HYD2-O-BV), elles-mêmes pouvant être mises en relation avec le tronçon concerné.

Fiche 110.

Critère I/NUH4/DEB/BOU : investigation des causes de bouchages susceptibles de provoquer des débordements préjudiciables

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Critère d'inspection	I/NUH4/DEB/BOU Investigation des causes de bouchages susceptibles de provoquer des débordements préjudiciables
Évaluation	I/NUH4/DEB/BOU = BOU5-C-T ⊗ V-URB-NUH Voir le Tableau 122.
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — présentant des possibilités de bouchages, traduit par BOU5-C-T, combinant des risques de défauts de structure et autres obstacles (EDS-E-T) et l'observation éventuelle d'interventions pour bouchage (BOU3-O-T) ou de mises en charge (HYD2-O-BV) ; — susceptibles potentiellement de provoquer des débordements préjudiciables ; ce risque est identifié à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5, et en considérant la sensibilité de l'environnement urbain du point de débordement potentiel (V-URB-NUH).

Tableau 122 : opérateur pour l'évaluation du critère I/NUH4/DEB/BOU

	BOU5-C-T	1	2	3	4
V-URB-NUH Sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des débordements					
1		1	1	1	2
2		1	1	2	3
3		1	2	3	4
4		2	3	4	4

Fiche 111.

Critère R/NUH4/DEB/BOU : réhabilitation des causes de bouchages susceptibles de provoquer des débordements préjudiciables

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Critère de réhabilitation	R/NUH4/DEB/BOU Réhabilitation des causes de bouchages susceptibles de provoquer des débordements préjudiciables
Évaluation	R/NUH4/DEB/BOU = BOU6-C-T \otimes V-URB-NUH Voir le Tableau 123.
Commentaire	<p>Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons :</p> <ul style="list-style-type: none"> — présentant des possibilités de bouchage, traduit par BOU6-C-T, combinant des défauts de structure et autres obstacles (BOU4-E/O-T) et l'observation éventuelle d'interventions pour bouchage (BOU3-O-T) ou de mises en charge (HYD2-O-BV) ; — susceptibles potentiellement de provoquer des débordements préjudiciables ; ce risque est identifié à partir d'estimations de ligne d'eau selon les principes exposés dans l'annexe 5, et en considérant la sensibilité de l'environnement urbain du point de débordement potentiel (V-URB-NUH).

Tableau 123 : opérateur pour l'évaluation du critère R/NUH4/DEB/BOU

	BOU6-C-T	1	2	3	4
V-URB-NUH Sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des débordements					
1		1	1	1	2
2		1	1	2	3
3		1	2	3	4
4		2	3	4	4

Fiche 112.
Indicateur d'impact TRA2-BOU-E/O-T : nuisances dues aux bouchages et aux interventions y afférentes

Dysfonctionnement	ENSABLEMENT
Indicateurs d'IMPACT	TRA2-BOU –E/O-T Nuisances dues aux bouchages et aux interventions y afférentes
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Impact observé ➤ impact estimé à partir d'observations impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4.
Évaluation	TRA2-BOU-E/O-T = BOU3-O-T ⊗ V-URB-TRA Voir le Tableau 124.
Commentaire	Cet indicateur d'impact combine la fréquence de bouchage (BOU3-O-T) et la sensibilité du milieu urbain vis-à-vis des perturbations engendrées par les bouchages et les opérations de désobstruction.

Tableau 124 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur d'impact TRA2-BOU-E/O-T

	BOU3-O-T	1	2	3	4
V-URB-TRA : Sensibilité du milieu urbain					
1		1	1	1	2
2		1	1	2	3
3		1	2	3	4
4		2	3	4	4

Fiche 113.

Critère I/TRA3/BOU : inspection des causes de bouchage
contribuant à des nuisances d'exploitation

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Critère d'investigation	I/TRA3/BOU inspection des causes de bouchage contribuant à des nuisances d'exploitation
Évaluation	I/TRA3/BOU = MIN (EDS-E-T, TRA2-BOU-E/O-T)
Commentaire	L'opérateur MIN signifie que c'est la conjonction des deux observations (impact ET état de santé estimé) qui justifie une investigation. Cette prise en compte de l'état de santé estimé à partir de facteurs de risque, des résultats d'ITV précédentes et de modèles de vieillissement est générale pour tous les critères d'inspection. On peut imaginer que dans certains cas (absence d'ITV précédente) la fréquence d'intervention à elle seule déclenche une ITV.

Fiche 114.

Critère R/TRA3/BOU : réhabilitation des causes de bouchage
contribuant à des nuisances d'exploitation

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Critère de réhabilitation	R/TRA3/BOU Réhabilitation des causes de bouchage contribuant à des nuisances d'exploitation
Évaluation	R/TRA3/BOU = MIN (TRA2-BOU-E/O-T, BOU4-E/O-T)
Commentaire	A l'issue de l'inspection, une réhabilitation est justifiée si des défauts constatés lors de l'inspection permettent d'expliquer les bouchages répétés, traduit par l'indicateur BOU4-E/O-T. L'opérateur MIN signifie que c'est la conjonction des deux observations (impact ET état de santé observé) qui justifie une réhabilitation.

Fiche 115.

Indicateur de vulnérabilité V-CXR-BOU : sensibilité des coûts d'exploitation du réseau à la fréquence de bouchage

Indicateur de vulnérabilité	V-CXR-BOU sensibilité des coûts d'exploitation du réseau à la fréquence de bouchage
Échelle de l'évaluation	➤ Réseau ➤ Tronçon
Unité ou niveaux	€/ intervention
Évaluation	Le coût unitaire de débouchage joue le rôle d'une vulnérabilité dans l'estimation de l'impact économique des bouchages. Il peut, le cas échéant, être modulé en fonction des tronçons.

Fiche 116.

Indicateur d'impact CXR3-BOU-E/O-T : surcoût d'exploitation dû aux interventions pour bouchage

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Indicateurs d'IMPACT	CXR3-BOU-E/O-T Surcoût d'exploitation dû aux interventions pour bouchage
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Impact observé impact estimé à partir d'observations impact estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité	Niveau : 1 à 4.
Évaluation	$CXR3-BOU-E/O-T = BOU3-O-T \times V-CXR-BOU$ Seuils à définir, sous la forme (€/ an / tronçon), de manière homogène avec les surcoûts de transport des eaux parasites, et avec les coûts d'exploitation en station.
Commentaire	Le coût unitaire d'intervention joue ici le rôle d'une vulnérabilité dans l'estimation de l'impact économique. Il est à appliquer à BOU3 lorsque cet indicateur est encore sous forme dimensionnelle (nombre / an). Le résultat obtenu est converti en niveaux. Cette définition en niveaux permet ensuite la combinaison directe avec les indicateurs EDS et BOU4 pour définir des critères.

Fiche 117.

Critère I/CXR2/BOU : inspection des causes de bouchages contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Critère d'investigation	I/CXR2//BOU Inspection des causes de bouchages contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau
Évaluation	$I/CXR2/BOU = \text{MIN} (EDS-E-T, CXR3-BOU-E/O-T)$
Commentaire	<p>L'opérateur MIN signifie que c'est la conjonction des deux observations (impact ET état de santé estimé) qui justifie l'inspection.</p> <p>Cette prise en compte de l'état de santé estimé à partir de facteurs de risque, des résultats d'ITV précédentes et de modèles de vieillissement est générale pour tous les critères d'inspection.</p> <p>Cependant, en l'absence d'une précédente inspection de contrôle (hors ITV de réception) la fréquence d'intervention jugée onéreuse suffit à motiver l'inspection.</p>

Fiche 118.

Critère R/CXR2/BOU : réhabilitation des causes de bouchages contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau

Dysfonctionnement	BOUCHAGE
Critère de réhabilitation	R/CXR2/BOU Réhabilitation des causes de bouchages contribuant à un surcoût d'exploitation du réseau
Évaluation	$R/CXR2/BOU = \text{MIN} (CXR3-BOU-E/O-T, BOU4-E/O-T)$
Commentaire	<p>A l'issue de l'inspection, une réhabilitation est justifiée si des défauts constatés lors de l'inspection permettent d'expliquer les bouchages répétés, traduit par l'indicateur BOU4-E/O-T.</p> <p>L'opérateur MIN signifie que c'est la conjonction des deux observations (impact ET état de santé observé) qui justifie une réhabilitation.</p>

**LE DYSFONCTIONNEMENT DÉGRADATION DU COMPLEXE SOL-CONDUITE
ET SES IMPACTS**

Fiche 119.

Indicateur DSC1 : facteurs de risque externes,
pour une dégradation du complexe sol-conduite

Dysfonctionnement	Dégradation du complexe sol-conduite
Indicateur	DSC1-E/R-T Facteurs de risque externes, pour une dégradation du complexe sol-conduite
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	Différentes informations peuvent être utilisées pour estimer <i>a priori</i> le risque d'une dégradation de la liaison sol-conduite (RERAU, 1998) en considérant uniquement les facteurs externes à la conduite : <ul style="list-style-type: none"> — circulations d'eau au sein de la tranchée, nombreuses fuites sur le réseau de distribution d'eau potable à proximité de la conduite — position de la conduite par rapport à la nappe (sous nappe, en zone de battement) ; — pompage influant ; — sol susceptible d'entraînement. Voir le Tableau 125.

Tableau 125 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC1 (RERAU, 1998)

Sol susceptible d'entraînement	Mouvement d'eau	Présence de la nappe au dessus du radier	Pompage influant	DSC1 (*) : + 1 si pente \geq 2 %
Non				1 *
Oui	Non	Oui		2 *
Oui	Oui	Non		2 *
Oui	Oui	Oui	Non	3 *
Oui	Oui	Oui	Oui	4

Fiche 120.

Indicateur DSC2 : facteurs de risque internes,
pour une dégradation du complexe sol-conduite

Dysfonctionnement	Dégradation du complexe sol-conduite
Indicateur	DSC2-C-T Facteurs de risque internes, pour une dégradation du complexe sol-conduite
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque ➤ Indicateur composite
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	DSC2-C-T = HYD1-O-BV ⊗ INF7-C-T Deux facteurs de risque internes au réseau peuvent être considérés : — la mise en charge sur le tronçon (favorisant des exfiltrations, et une sollicitation mécanique), (indicateur HYD1-O-BV) ; — la présomption d'infiltration, traduit par l'indicateur INF7-C-T. Voir le Tableau 126.

Tableau 126 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC2

	INF7-C-T	1	2	3	4
HYD1-O-BV					
1 – pas de mises en charge constatées		1	2	3	4
4 – constat de mises en charge		2	3	4	4

Fiche 121.

Indicateur DSC3-C-T : facteurs de risque, pour une dégradation du complexe sol-conduite, estimés avant investigation

Dysfonctionnement	Dégradation du complexe sol-conduite
Indicateur	DSC3-C-T Facteurs de risque, pour une dégradation du complexe sol-conduite, estimés avant investigation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque ➤ Indicateur composite
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	Cet indicateur combine les deux indicateurs DSC1 et DSC2 selon le Tableau 127.

Tableau 127 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC3

DSC1-E/R-T DSC2-C-T	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	3	4	4
4	2	3	4	4

Fiche 122.

Indicateurs DSC4 : risque de réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite, à vérifier par inspection

Dysfonctionnement	Dégradation du complexe sol-conduite
Indicateur	DSC4-C-T Risque de réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite, à vérifier par inspection
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque ➤ Indicateur composite
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	DSC4-C-T = EDS-E-T ⊗ DSC3-C-T Voir le Tableau 128.
Commentaires	L'appréciation du niveau de risque de dégradation combine l'information sur les facteurs de risque (DSC3) et l'état de santé estimé par un modèle de vieillissement (EDS-E-T).

Tableau 128 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC4

EDS-E/R-T DSC3-C-T	1	2	3	4
1	1	1	1	2
2	1	1	2	3
3	1	2	3	4
4	2	3	4	4

Fiche 123.

Indicateur DSC5-C-T : facteurs de risque internes à la conduite, pour une dégradation du complexe sol-conduite, estimés après investigation

Dysfonctionnement	dégradation du complexe sol-conduite
Indicateur	DSC5-C-T Facteurs de risque internes à la conduite, pour une dégradation du complexe sol-conduite, estimés après investigation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque ➤ Indicateur composite
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	DSC5-C-T = HYD1-O-BV ⊗ INF8-C-T Voir le Tableau 129.
Commentaires	Deux facteurs de risque internes au réseau peuvent être considérés : — la mise en charge sur le tronçon (favorisant des exfiltrations, et une sollicitation mécanique), (indicateur HYD1-O-BV) ; — le constat d'infiltration, après investigation, traduit par l'indicateur INF8-C-T.

Tableau 129 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC5-C-T

	INF8-C-T	1	2	3	4
HYD1-O-BV					
1 – pas de mises en charges constatées		1	2	3	4
4 – constat de mises en charge		2	3	4	4

Fiche 124.

Indicateur DSC6-C-T : facteurs de risque, pour une dégradation du complexe sol-conduite, estimés après investigation

Dysfonctionnement	Dégradation du complexe sol-conduite
Indicateur	DSC6-C-T Facteurs de risque, pour une dégradation du complexe sol-conduite, estimés après investigation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque ➤ Indicateur composite
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	Cet indicateur combine les deux indicateurs DSC1 (facteurs de risque externes) et DSC5 (facteurs de risque internes estimés après investigation) selon le Tableau 130.

Tableau 130 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC6

DSC1-E/R-T DSC5-C-T	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	3	4	4
4	2	3	4	4

Fiche 125.

Indicateur DSC7-O-T : dégradation constatée du complexe sol-conduite

Dysfonctionnement	Dégradation du complexe sol-conduite
Indicateur	DSC7-O-T Dégradation constatée du complexe sol-conduite
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	L'appréciation du niveau de dégradation sur un tronçon peut être réalisée à partir d'informations de sources diverses : <ul style="list-style-type: none"> — observations issues d'une inspection visuelle ; — informations issues du curage ; — résultats d'auscultation. Voir le Tableau 131.
Commentaires	Des méthodes d'auscultation, adaptées au non visitable, peuvent être utilisées pour détecter et localiser des désordres affectant les terrains encaissants et la qualité du contact conduite-sol (FSTT, 1998) : <ul style="list-style-type: none"> — auscultation géophysique par radar ; — auscultation géophysique par impédance mécanique ; — auscultation par mesures électriques en courant quasi-continu.

Tableau 131 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC7-O-T

		niveau 1	niveau 2	niveau 3	niveau 4
Vide visible par le défaut	BAP				BAP
Entrée de terre	BBD				BBD
Rupture / effondrement	BAC			BAC B	BAC C
Information issue du curage					Présence de sol dans les matériaux de curage
Résultats d'une auscultation		Selon les résultats de l'auscultation			

Fiche 126.

Indicateur DSC8-C-T : réduction de la durée de vie par dégradation
du complexe sol-conduite, constatée et/ou estimée

Dysfonctionnement	dégradation du complexe sol-conduite
Indicateur	DSC8-C-T Réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite, constatée et/ou estimée
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque ➤ Dysfonctionnement estimé par combinaison d'indicateurs
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	DSC8-C-T = DSC6-C-T ⊗ DSC7-O-T Voir le Tableau 132.
Commentaires	Cet indicateur vise à exploiter plusieurs sources d'informations et de présomptions, et combine donc les deux indicateurs DSC7-O-T (dégradation constatée par investigation) et DSC6-C-T (facteurs de risque estimés après investigation). Dans le cas où une auscultation a été réalisée, c'est le résultat de celle-ci (DSC7) qui est reprise pour l'indicateur DSC8. Lorsque DSC7 est évalué à partir d'une inspection télévisée, l'indicateur DSC6 peut permettre de renforcer les présomptions relatives au processus de dégradation.

Tableau 132 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC8-C-T

Cas 1 : si DSC7 est évalué à partir d'une auscultation, DSC8 = DSC7				
Cas 2 : si DSC7 est évalué à partir d'une ITV ou d'informations issues du curage,				
DSC7-O-T DSC6-C-T	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	3	4	4
4	2	3	4	4

Fiche 127.
Indicateur de vulnérabilité V-CDV : facteurs de coûts
en cas de remplacement de la conduite

Indicateur de vulnérabilité	V-CDV Facteurs de coûts en cas de remplacement de la conduite
Échelle de l'évaluation	Réseau ➤ Tronçon
Unité ou niveaux	Niveaux 1/2/3/4
Évaluation	À partir des caractéristiques du collecteur et de données urbanistiques
Commentaire	Les facteurs pouvant rendre très coûteux le remplacement d'une conduite sont, par exemple : — la profondeur ; — les dimensions ; — l'environnement urbain (aménagement nécessaires en cas d'ouverture de tranchée vis-à-vis de la circulation, de l'accès aux commerces, etc.) Chaque gestionnaire pourra combiner ces facteurs pour définir des tronçons critiques en termes de coût de remplacement.

Fiche 128.
Critère I/CDV1/DSC inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite

Dysfonctionnement	Dégradation du complexe sol-conduite
Critère d'inspection	I/CDV1/DSC Inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite
Évaluation	I/CDV1/DSC = DSC4-E/R-T ⊗ V-CDV Voir le Tableau 133.
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons : — dont le coût de remplacement est particulièrement important, traduit par l'indicateur V-CDV ; — et qui sont présumés faire l'objet d'un vieillissement accéléré, traduit par l'indicateur DSC4-E/R-T, risque de dégradation du complexe sol-conduite à vérifier par inspection.

Tableau 133 : opérateur pour l'évaluation du critère I/CDV1/DSC

	DSC4-E/R-T			
V-CDV : Facteurs de coûts en cas de nécessité de remplacement de la conduite	1	2	3	4
1	1	1	2	2
2	1	2	2	3
3	1	2	3	4
4	1	3	4	4

Fiche 129.

Critère R/CDV1/DSC : réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite

Dysfonctionnement	Dégradation du complexe sol-conduite
Critère de réhabilitation	R/CDV1/DSC Réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par dégradation du complexe sol-conduite
Évaluation	R/CDV1/DSC = DSC8-C-T ⊗ V-CDV Voir le Tableau 134.
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation proactive (visant à enrayer la dégradation) sont les tronçons : <ul style="list-style-type: none"> — dont le coût de remplacement est particulièrement important, traduit par l'indicateur V-CDV ; — et qui sont l'objet d'un vieillissement accéléré, traduit par l'indicateur DSC8-C-T.

Tableau 134 : opérateur pour l'évaluation du critère R/CDV1/DSC

	DSC8-C-T	1	2	3	4
V-CDV : Facteurs de coûts en cas de nécessité de remplacement de la conduite					
1		1	1	2	2
2		1	2	2	3
3		1	2	3	4
4		1	3	4	4

**LE DYSFONCTIONNEMENT *DÉGRADATION PAR ATTAQUE CHIMIQUE*
ET SES IMPACTS**

Fiche 130.

Indicateur ATC1-E/R-T : matériau sensible à une attaque chimique

Dysfonctionnement	Dégradation par attaque chimique
Indicateur	ATC1-E/R-T Matériau sensible à une attaque chimique
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : évaluation binaire 1/4
Évaluation	Matériaux susceptibles d'être affectés par une attaque chimique : béton, béton armé, fibre ciment, fonte (AGHTM, 1999).

Fiche 131.

Indicateur ATC2-E/R-T : tronçon recevant des rejets
pouvant être à l'origine d'une attaque chimique

Dysfonctionnement	Dégradation par attaque chimique
Indicateur	ATC2-E/R-T Tronçon recevant des rejets pouvant être à l'origine d'une attaque chimique
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	Les tronçons sont à identifier à partir de la connaissance des activités des abonnés raccordés.

Fiche 132.

Indicateur ATC3-C-T : présence ou risque de présence d'H₂S

Dysfonctionnement	Dégradation par attaque chimique
Indicateur	ATC3-E/R-T Présence ou risque de présence d'H ₂ S
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	Sont concernés par ce risque les tronçons en aval d'une station de relèvement ou de refoulement, ou par lesquels transitent des effluents caractérisés par un temps de séjour important. La présence d'H ₂ S peut également être avérée par le personnel d'exploitation.

Fiche 133.

indicateurs ATC4-E/O-T : tronçon à l'amont (immédiat) d'un tronçon dégradé, ne recevant pas d'effluents agressifs, et ATC5-E/O-T, tronçon à l'aval (immédiat) d'un tronçon dégradé par attaque chimique

Dysfonctionnement	Dégradation par attaque chimique
Indicateurs	ATC4-E/O-T et ATC5-E/O-T — ATC4-E/O-T : tronçon à l'amont (immédiat) d'un tronçon dégradé ne recevant pas d'effluents agressifs ; — ATC5-E/O-T : tronçon à l'aval (immédiat) d'un tronçon dégradé par attaque chimique.
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé ➤ Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : évaluation binaire 1/4
Évaluation	Utilisation d'un SIG ou d'une base de données gérant la topologie du réseau.
Commentaires	Ces deux indicateurs sont utilisés pour propager les informations disponibles. Le constat d'une attaque chimique, réalisé sur un tronçon investigué, amène à définir un besoin en investigation pour les tronçons voisins.

Fiche 134.

Indicateur ATC6-C-T : risque de dégradation par attaque chimique,
à vérifier par investigation

Dysfonctionnement	Dégradation par attaque chimique
Indicateur	ATC6-C-T Risque de dégradation par attaque chimique, à vérifier par investigation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque ➤ Indicateur composite
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	ATC6-C-T = EDS \otimes MIN [ATC1, MAX(ATC2, ATC3, ATC4, ATC5)] Voir le Tableau 135.
Commentaires	Cet indicateur exploite les informations multiples traduites par les indicateurs ATC1 à ATC5, ainsi que la prédiction d'état de santé fournie par un modèle de vieillissement. L'expression MIN (ATC1, MAX(ATC2, ATC3, ATC4, ATC5)) traduit le fait que les tronçons suspects sont les tronçons de matériau sensible à une attaque chimique ET susceptibles de recevoir des effluents agressifs OU susceptibles d'une attaque par H ₂ S OU à l'amont (immédiat) d'un tronçon dégradé, ne recevant pas d'effluents agressifs OU à l'aval (immédiat) d'un tronçon dégradé par attaque chimique. Cette présomption d'attaque chimique est croisée avec la prédiction d'état de santé (EDS) pour définir l'urgence de l'investigation (voir le Tableau 135).

Tableau 135 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur ATC6-C-T

	EDS-E-T			
MIN [ATC1, MAX(ATC2, ATC3, ATC4, ATC5)]	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2 -	1	1	2	3
3 -	1	2	4	4
4	2	3	4	4

Fiche 135.

Indicateur ATC7-O-T : dégradation par attaque chimique, constatée par investigation

Dysfonctionnement	Dégradation par attaque chimique
Indicateur	ATC7-O-T Dégradation par attaque chimique, constatée par investigation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé ➤ Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	L'appréciation du processus de dégradation sur un tronçon peut être réalisée à partir des dégradations constatées par inspection visuelle, si la cause probable de l'attaque chimique n'a pas été supprimée. Dans le système de codage NF EN 13508-2 la « dégradation de surface » correspond à l'observation BAF (Tableau 136). Les observations BAN (conduite poreuse), BAK (revêtement défectueux) et BBB (dépôts adhérents : B - graisse, C - organismes attachés à la paroi) peuvent également être exploitées (voir le Tableau 137).

Tableau 136 : extrait de la norme EN 13508-2, observation « dégradation de surface »

BAF - Dégradation de surface : La surface de la canalisation a été endommagée par attaque chimique (y compris la corrosion des conduites métalliques) ou par action mécanique.	
Caractérisation 1	Type de dégradation : <ul style="list-style-type: none"> — rugosité accrue (A) ; — écaillage (détachement de petits fragments de la surface) (B) ; — granulats exposés (C) ; — granulats déchaussés (D) ; — granulats manquants (E) ; — armature visible (F) ; — armature dépassant de la surface (G) ; — armature corrodée (H) ; — paroi manquante (I) ; — produits corrosifs sur la surface (J) ; — autres dégradations de surface (Z).
Caractérisation 2	Cause de la dégradation : <ul style="list-style-type: none"> — abrasion (dégradation mécanique) (A) ; — attaque chimique – générale (par exemple corrosion de l'armature) (B) ; — attaque chimique – attaque biochimique due à l'acide sulfurique – dégradation au-dessus du niveau de l'eau (C) ; — attaque chimique – attaque par les eaux usées – dégradation au-dessous du niveau de l'eau (D) ; — aucune cause évidente (E).

Tableau 137 : évaluation de l'indicateur ATC7-O-T, attaque chimique, à partir des observations

Niveau :	1	2	3	4
Observation :		BBB B ou C	BAN	BAF # ; B/C/D ou BAK B

Fiche 136.

Critère I/CDV2/ATC : inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par attaque chimique

Dysfonctionnement	Dégradation par attaque chimique
Critère d'investigation	I/CDV2/ATC Inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par attaque chimique
Évaluation	I/CDV2/ATC = ATC6-C-T \otimes V-CDV Voir le Tableau 138.
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons dont le coût de remplacement est particulièrement important et qui sont susceptibles d'un vieillissement accéléré par attaque chimique.

Tableau 138 : opérateur pour l'évaluation du critère I/CDV2/ATC

	ATC6-C-T	1	2	3	4
V-CDV : Facteurs de coûts en cas de nécessité de remplacement de la conduite					
1		1	1	2	2
2 -		1	2	2	3
3 -		1	2	3	4
4		1	3	4	4

Fiche 137.
Critère R/CDV2/ATC : réhabilitation pour surcoût par
réduction de la durée de vie par attaque chimique

Dysfonctionnement	Dégradation par attaque chimique
Critère de réhabilitation	R/CDV2/ATC Réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par attaque chimique
Évaluation	$R/CDV2/ATC = ATC7-O-T \otimes V-CDV$ Voir le Tableau 139.
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons : — dont le coût de remplacement est particulièrement important, traduit par l'indicateur V-CDV ; — et qui sont l'objet d'un vieillissement accéléré par attaque chimique, traduit par ATC7-O-T.

Tableau 139 : opérateur pour l'évaluation du critère R/CDV2/ATC

	ATC-7-O-T			
V-CDV : Facteurs de coûts en cas de nécessité de remplacement de la conduite	1	2	3	4
1	1	1	2	2
2	1	2	2	3
3	1	2	3	4
4	1	3	4	4

**LE DYSFONCTIONNEMENT DÉGRADATION PAR INTRUSION DE RACINES
ET SES IMPACTS**

Fiche 138.

Indicateur RAC1-E/R-T : matériau susceptible d'être affecté par une intrusion de racines

Dysfonctionnement	Dégradation par intrusion de racines
Indicateur	RAC1-E/R-T Matériau susceptible d'être affecté par une intrusion de racines
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Évaluation binaire : 1/4
Évaluation	Matériaux assemblés par emboîtement, en particulier les bétons. Les matériaux plastiques sont moins affectés (AGHTM, 1999).

Fiche 139.

Indicateur RAC2-E/R-T : tronçon à proximité d'espèces végétales "agressives"

Dysfonctionnement	Dégradation par intrusion de racines
Indicateur	RAC2-E/R-T Tronçon à proximité d'espèces végétales "agressives"
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : évaluation binaire 1/4
Évaluation	Voir le Tableau 140 concernant les essences préjudiciables.

Tableau 140 : essences à enracinement puissant ou susceptibles
de produire une masse importante de radicelles
(source : Grand Lyon / DGSUP / Dir. Voirie / Service études / Unité plantations)

<i>Acer saccharinum</i>	Érable argenté
<i>Ailanthus altissima</i>	Ailante
<i>Platanus x acerifolia</i>	Platane
<i>Populus alba</i>	Peuplier blanc
<i>Populus x canescens</i>	Peuplier grisard
<i>Populus nigra 'Italica'</i>	Peuplier d'Italie
<i>Populus tremula</i>	Peuplier tremble
<i>Pterocarya fraxinifolia</i>	Ptérocaryer du Caucase
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinier
<i>Sophora japonica</i>	Sophora du Japon
<i>Taxodium distichum</i>	Cyprès chauve

Fiche 140.

Indicateur RAC3-E/R-T : risque d'intrusion de racines à vérifier par inspection

Dysfonctionnement	Dégradation par intrusion de racines
Indicateur	RAC3-E/R-T Risque d'intrusion de racines à vérifier par inspection
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	RAC3-E/R-T est évalué en prenant en compte : — l'éventuelle proximité d'espèces végétales préjudiciables (RAC2) ; — la sensibilité du matériau (RAC1) ; — ainsi que l'état de santé probable (EDS-E-T). Voir le Tableau 141.

Tableau 141 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur RAC3-E/R-T

	EDS-E-T :			
RAC1 ⊗ RAC2	1	2	3	4
— Absence de végétation « agressive »	1	1	1	1
— Présence d'espèces végétales « agressives » <u>et</u> matériau peu sensible (PVC...)	1	2	3	4
— Présence d'espèces végétales « agressives » <u>et</u> matériau sensible ou inconnu	2	3	4	4

Fiche 141.

Indicateur RAC4-O-T : réduction de la durée de vie, par intrusion de racines, constatée par investigation

Dysfonctionnement	Dégradation par intrusion de racines
Indicateur	RAC4-E/O-T Dégradation par intrusion de racines, constatée par investigation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	À partir des observations issues de l'inspection (Tableau 142).
Commentaires	La première partie du Tableau 142 concerne l'interprétation des désordres mineurs (BBA B ou C) qui sont cumulés sur l'ensemble du tronçon pour calculer une densité de désordres. Cette densité est ensuite traduite en niveau 1/2/3/4, de manière analogue à ce qui est proposé pour les autres indicateurs de dysfonctionnement évalués à partir d'une inspection visuelle. La seconde partie du tableau correspond au cas de l'observation d'un désordre majeur (BBA A) ; le tronçon est alors affecté directement en niveau 4.

Tableau 142 : évaluation de l'indicateur RAC4-O-T à partir d'une inspection visuelle

		1	α	α^2	α^3	
Racines	BBA	BBA B		BBA C		x P

		niveau 1	niveau 2	niveau 3	niveau 4
Racines	BBA				BBA A

Fiche 142.

Critère I/CDV3//RAC : inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par intrusion de racines

Dysfonctionnement	Dégradation par pénétration de racines
Critère d'investigation	I/CDV3/RAC Inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par intrusion de racines
Évaluation	I/CDV3/ATC = RAC3 ⊗ V-CDV Voir le Tableau 143.
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons dont le coût de remplacement est particulièrement important, et qui sont susceptibles d'un vieillissement accéléré par intrusion de racines.

Tableau 143 : opérateur pour l'évaluation du critère I/CDV3/RAC

	RAC3-E/R-T			
V-CDV : Facteurs de coûts en cas de nécessité de remplacement de la conduite	1	2	3	4
1	1	1	2	2
2	1	2	2	3
3	1	2	3	4
4	1	3	4	4

Fiche 143.

Critère R/CDV3/RAC : réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par intrusion de racines

Dysfonctionnement	Dégradation par intrusion de racines
Critère de réhabilitation	R/CDV3/RAC Réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par intrusion de racines
Évaluation	R/CDV3/RAC = RAC4-O-T ⊗ V-CDV Voir le Tableau 144.
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une réhabilitation sont les tronçons dont le coût de remplacement est particulièrement important (V-CDV) et qui sont l'objet d'un vieillissement accéléré par intrusion de racines.

Tableau 144 : opérateur pour l'évaluation du critère R/CDV3/RAC

	RAC4-O-T	1	2	3	4
V-CDV : Facteurs de coûts en cas de nécessité de remplacement de la conduite					
1		1	1	2	2
2		1	2	2	3
3		1	2	3	4
4		1	3	4	4

LE DYSFONCTIONNEMENT DÉGRADATION PAR ABRASION ET SES IMPACTS

Fiche 144.

Indicateur ABR1-E/R-T : matériau sensible à une abrasion / érosion

Dysfonctionnement	Dégradation par abrasion
Indicateur	ABR1-E/R-T Matériau sensible à une abrasion / érosion
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Évaluation binaire : 1/4
Évaluation	Matériaux à base de ciment (béton, fibre ciment) ou canalisations revêtues de ciment (AGHTM, 1999).

Fiche 145.

Indicateur ABR2-E/R-T : effluent et conditions d'écoulement favorables à l'abrasion

Dysfonctionnement	Dégradation par abrasion
Indicateur	ABR2-E/R-T Effluent et conditions d'écoulement favorables à l'abrasion
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3
Évaluation	Les conduites à risque sont les conduites où transitent un effluent très chargé en matières solides, avec une vitesse d'écoulement importante (> 4 m / s) (AGHTM, 1999) : <ul style="list-style-type: none"> — niveau 3 : vitesse d'écoulement importante et effluent très chargé en matières solides ; — niveau 2 : vitesse d'écoulement importante ; — niveau 1 : autres cas.

Fiche 146

Indicateur ABR3-E/R-T : risque de dégradation par abrasion, à vérifier par investigation

Dysfonctionnement	Dégradation par abrasion
Indicateur	ABR3-E/R-T Risque de dégradation par abrasion, à vérifier par investigation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	ABR3 = EDS ⊗ (ABR1 ⊗ ABR2) Voir le Tableau 145.

Tableau 145 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur ABR3-E/R-T

ABR1 ⊗ ABR2	État de santé probable (EDS) :			
	1	2	3	4
— Matériau non sensible à l'abrasion (ABR1 = 1)	1	1	1	1
— Matériau sensible (ABR1 = 4) et vitesse d'écoulement élevée (ABR2 = 2)	1	2	3	4
— Matériau sensible (ABR1 = 4) et vitesse d'écoulement élevée et effluent très chargé en matières solides (ABR2 = 3)	2	3	4	4

Fiche 147.

Indicateur ABR4-O-T : réduction de la durée de vie par abrasion,
constatée par investigation

Dysfonctionnement	Dégradation par abrasion
Indicateur	ABR4-O-T réduction de la durée de vie par abrasion, constatée par investigation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé ➤ Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	L'appréciation du processus de dégradation d'un tronçon par abrasion peut être réalisée à partir d'un constat direct des dégradations par inspection visuelle. Dans le système de codage de la norme NF EN 13508-2, la « dégradation de la surface » correspond au code BAF.
Commentaires	La caractérisation 2 (cause de la dégradation) permet de distinguer un problème d'abrasion (A) d'un problème d'attaque chimique (B ou C). La caractérisation 1 (type de dégradation) peut aider à fixer le niveau de dégradation. Voir le Tableau 146.

Tableau 146 : éléments pour l'évaluation de l'indicateur ABR4-O-T
à partir des résultats d'une inspection visuelle

Observation BAF « dégradation de la surface »	
Caractérisation 1 (type de dégradation)	Caractérisation 2 (cause de la dégradation)
A - rugosité accrue B - écaillage C - granulats exposés D - granulats déchaussés E - granulats manquants F - armature visible G - armature dépassant de la surface H - armature corrodée I - paroi manquante J - produits corrosifs sur la surface Z - autres dégradations de surface ? – non disponible	« A » - Abrasion

Fiche 148.

Critère I/CDV4/ABR : inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par abrasion

Dysfonctionnement	Dégradation par abrasion
Critère d'inspection	I/CDV4/ABR Inspection pour risque de surcoût par réduction de la durée de vie par abrasion
Évaluation	$I/CDV4/ABR = ABR3-E/R-T \otimes V-CDV$ Voir le Tableau 147.
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons dont le coût de remplacement est particulièrement important, et qui sont susceptibles d'un vieillissement accéléré par abrasion.

Tableau 147 : opérateur pour l'évaluation du critère I/CDV4/ABR

	ABR3-E/R-T	1	2	3	4
V-CDV : Facteurs de coût en cas de nécessité de remplacement de la conduite					
1		1	2	2	2
2		1	2	2	3
3		1	2	3	4
4		1	3	4	4

Fiche 149.
Critère R/CDV4/ABR : réhabilitation pour surcoût par réduction
de la durée de vie par abrasion

Dysfonctionnement	Dégradation par abrasion
Critère de réhabilitation	R/CDV4/ABR Réhabilitation pour surcoût par réduction de la durée de vie par abrasion
Évaluation	$R/CDV4/ABR = ABR4-O-T \otimes V-CDV$ Voir le Tableau 148.
Commentaire	Les tronçons prioritaires pour une investigation sont les tronçons dont le coût de remplacement est particulièrement important, et qui sont l'objet d'un vieillissement accéléré par abrasion.

Tableau 148 : opérateur pour l'évaluation du critère R/CDV4/ABR

	ABR4-O-T	1	2	3	4
V-CDV : Facteurs de coût en cas de nécessité de remplacement de la conduite					
1		1	1	2	2
2		1	2	2	3
3		1	2	3	4
4		1	3	4	4

LE DYSFONCTIONNEMENT *EFFONDREMENT* ET SES IMPACTS

Fiche 150.

Indicateur EFF1-E/R-T : facteurs de risque d'un effondrement

Dysfonctionnement	Effondrement
Indicateur	EFF1-E/R-T Facteurs de risque d'un effondrement
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	Outre l'âge et la période de pose, de nombreux facteurs de risque peuvent être considérés : <ul style="list-style-type: none"> — le matériau de la conduite ; — la hauteur de couverture ; — la position sous chaussée et le trafic ; — la localisation de la conduite dans une zone de risque géotechnique (glissement, tassement, etc.) ; — le nombre de branchements ; — etc.
Commentaires	<p>L'indicateur EFF1-E/R-T sert à compléter la prédiction d'état de santé (EDS-E-T) réalisée à partir d'un modèle de vieillissement pour évaluer le besoin en investigation (EFF2-E/R-T) et sert également à compléter les observations issues d'une investigation (EFF3-E/O-T).</p> <p>L'indicateur EFF1 permet de prendre en compte des informations disponibles et qui ne sont pas utilisées pour la décomposition du patrimoine en catégories lors de la construction des modèles de vieillissement associés à ces catégories (cf. chapitre 9).</p> <p>Des études statistiques réalisées avec des données de la Communauté Urbaine de Bordeaux (Laffrêchine, 1999) et de la Communauté Urbaine du Grand Lyon (Sémiond & Le Roux, 1999) ont montré le rôle important des facteurs « faible couverture » et « trafic lourd ».</p> <p>Une synthèse bibliographique proposée par (Davies <i>et al.</i>, 2001) fait état de plusieurs études faisant apparaître l'influence de la mauvaise réalisation des branchements. La densité de branchements (si elle est estimée avant investigation) peut donc être utilisée comme facteur de risque. Son influence a pu être vérifiée statistiquement sur le cas du Grand Lyon (Sémiond & Le Roux, 1999).</p>

Fiche 151.

Indicateur EFF2-E/R-T : niveau d'endommagement estimé, à vérifier par investigation

Dysfonctionnement	Effondrement
Indicateur	EFF2-E/R-T Niveau d'endommagement estimé, à vérifier par investigation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé Dysfonctionnement estimé à partir d'observations ➤ Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	Pour un tronçon jamais inspecté, l'état structurel peut être estimé (cf. § 9.3.2.) à partir : 1 – des fonctions de survie utilisables pour le tronçon considéré ; 2 – d'une hypothèse de comportement « médian ». Pour un tronçon déjà inspecté dans le passé, l'état structurel est estimé à partir : 1 – des fonctions de survie utilisables pour le tronçon considéré ; 2 – de l'état constaté lors de la dernière inspection EFF3-E/O-T ; 3 – de la tendance d'évolution estimée à partir des résultats de la dernière inspection : EFF4-C-T.
Commentaires	Voir les précisions apportées ci-dessous.

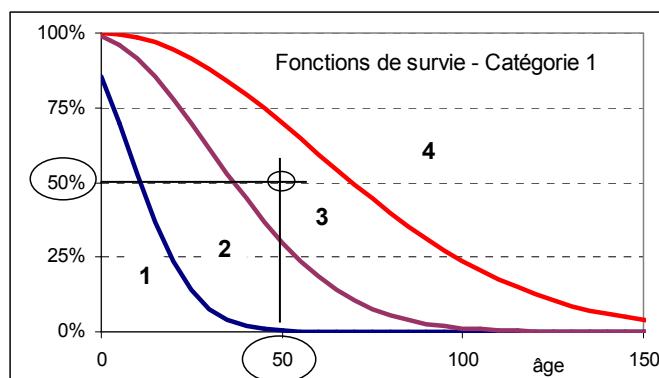


Figure 40 : utilisation des fonctions de survie pour évaluer l'indicateur EFF2-E/R-T

Pour un tronçon jamais inspecté, l'état structurel du tronçon est estimé à partir des fonctions de survie de la catégorie à laquelle appartient ce tronçon, de son âge (connu ou estimé), et en affectant au tronçon un comportement « médian » (ligne des 50 %). Par exemple, sur la figure ci-dessus, un tronçon de 50 ans, appartenant à la catégorie 1, est présumé en état 3.

Pour un tronçon déjà inspecté dans le passé, l'état structurel est estimé à partir :

1. des fonctions de survie utilisables pour le tronçon considéré ;
2. de l'état constaté lors de la dernière inspection EFF3-E/O-T ;
3. de la tendance d'évolution estimée à partir des résultats de la dernière inspection : EFF4-C-T.

Sur l'exemple présenté ci-dessous, EFF2-O-T = 2 lors de la dernière inspection.

Si la tendance d'évolution est défavorable (EFF4-C-T = 4) l'évolution attendue du tronçon est représentée par la trajectoire A. Le tronçon est alors présumé en état 4.

Si la tendance d'évolution est favorable (EFF4-C-T = 1) l'évolution attendue du tronçon est représentée par la trajectoire B. Le tronçon est présumé en état 2.

Si EFF3-C-T = 2 ou 3, la trajectoire médiane (C) donne une estimation en état 3.

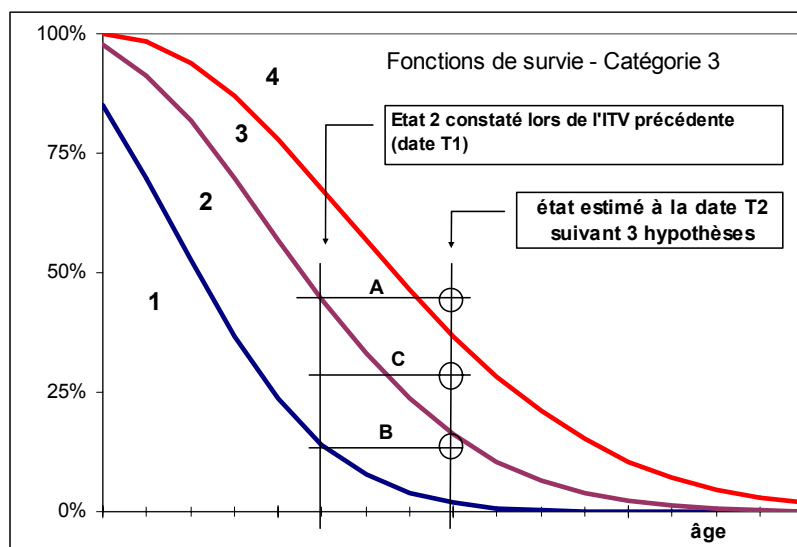


Figure 41 : estimation de l'état du tronçon à partir de l'état constaté lors d'une précédente inspection

Fiche 152.

Indicateur EFF3-E/O-T : niveau d'endommagement constaté par investigation

Dysfonctionnement	EFFONDREMENT
Indicateur	EFF3-E/O-T Niveau d'endommagement constaté par investigation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	Dysfonctionnement observé ➤ Dysfonctionnement estimé à partir d'observations Dysfonctionnement estimé <i>a priori</i> , à partir de facteurs de risque
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	L'appréciation du niveau d'endommagement sur un tronçon peut être réalisée à partir des observations issues d'une ITV. En présence de désordres mineurs, l'affectation du niveau 1 ou du niveau 2 est réalisée à partir du Tableau 149 : 1) codage Ci des observations Oi selon la norme NF EN 13508-2 ; 2) traduction Ni des observations Ci suivant le Tableau 149 ; 3) calcul de la densité $D = N / LT$ avec $N = \sum Ni$, et LT : longueur du tronçon (m) ; 4) comparaison de D avec le seuil S1 : Niveau 1 si : $D \leq S1$; 2 sinon. En présence de désordres majeurs, l'évaluation peut être directe, à partir du Tableau 150.
Commentaires	L'évaluation peut être consolidée par auscultation.

Tableau 149 : évaluation de EFF3-E/O-T : prise en compte des désordres mineurs

		1	α	α^2	α^3	
Fissure	BAB	A ; B/C	A ; A/D	B ; A si H 2-10 B ; C/D	B ; A si H 10-14	x L_obs
Fissure	BAB		B ; B			x P
Briquetage ou éléments de maçonnerie défectueux	BAD		A/B ; A	A/B ; non A		x L_obs
Mortier manquant	BAE	BAE				x L_obs
Dégradation de surface	BAF		A-E			x L_obs

Tableau 150 : évaluation de EFF3-E/O-T : prise en compte des désordres majeurs

		Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Fissure	BAB	C ; # si H 2-10	C ; C C ; # si H 10-14	
Rupture/effondrement	BAC		A/B	C
Briquetage ou éléments de maçonnerie défectueux	BAD	A/B ; A si H 10-14	A/B ; non A si H 10-14	D
Dégradation de surface	BAF		F/G/H	I

Fiche 153.

Indicateur EFF4-C-T : tendance d'évolution de l'intégrité structurale

Dysfonctionnement	EFFONDREMENT
Indicateur	EFF4-C-T Tendance d'évolution de l'intégrité structurale, estimée après investigation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Indicateur composite évalué à partir de plusieurs indicateurs
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	L'évaluation de la tendance d'évolution repose sur l'exploitation des indicateurs de dysfonctionnement relatifs aux différents processus de vieillissement et d'endommagement de la conduite, indicateurs évalués après investigation : <ul style="list-style-type: none"> — DSC8-C-T : dégradation du complexe sol-conduite — ATC7-O-T : dégradation par attaque chimique — RAC4-O-T : dégradation par intrusion de racines — ABR4-O-T : dégradation par abrasion Le Tableau 151 propose une forme de synthèse de ces quatre indicateurs.

Tableau 151 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur EFF4-C-T

indicateurs relatifs aux processus de vieillissement				EFF4-C-T
DSC8	ATC7	RAC4	ABR4	
3 ou 4	3 ou 4			4
3 ou 4	< 3	3 ou 4	3 ou 4	3
< 3	3 ou 4	3 ou 4	3 ou 4	3
< 3	< 3	4	4	2
autres cas :				1

Fiche 154.

Indicateur EFF5-C-T : risque d'effondrement estimé après investigation

Dysfonctionnement	EFFONDREMENT
Indicateur	EFF5-C-T Risque d'effondrement estimé après investigation
Échelle de l'évaluation	Réseau ou Bassin Versant ➤ Tronçon
Type d'évaluation	➤ Indicateur composite évalué à partir de plusieurs indicateurs
Unité ou niveaux	Niveau : 1/2/3/4
Évaluation	EFF5-C-T = EFF3-E/O-T ⊗ (EFF4-C-T ⊗ EFF1-E/R-T) (Tableau 152 et Tableau 153) La définition du risque d'effondrement prend en compte l'état constaté par investigation mais aussi une estimation du risque d'évolution de cet état. Trois indicateurs complémentaires sont utilisés : EFF3, niveau d'endommagement constaté, EFF4, tendance d'évolution de l'intégrité structurale du fait des processus de dégradation du collecteur : attaque chimique, dégradation du complexe sol-conduite, pénétration de racines, abrasion), et EFF1-E/R-T, facteurs de risque de l'effondrement.
Commentaires	Extrait de la norme NF EN 13508-1 : « il convient de considérer la probabilité d'effondrement compte tenu de tous les facteurs pertinents, notamment : l'état structurel observé de l'élément, le type de sol, le fait que le sol pénètre ou non dans l'élément, la présence d'infiltrations, la charge exercée sur la canalisation. »

Tableau 152 : opérateur pour l'évaluation de (EFF4 ⊗ EFF1)

	EFF4-C-T	1	2	3	4
EFF1-E/R-T					
1-		1	1	1	2
2-		1	1	2	3
3-		1	2	3	4
4-		2	3	4	4

Tableau 153 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur EFF5

	EFF4 ⊗ EFF1	1	2	3	4
EFF3-E/O-T					
1-		1	1	1	2
2-		2	2	3	3
3-		3	3	4	4
4-		3	4	4	4

Fiche 155.

Indicateur de vulnérabilité V-URB-DOB-EFF : sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis de dommages aux bâtiments par effondrement du collecteur

Dysfonctionnement	DEBORDEMENT
Indicateur de VULNERABILITE	Indicateur d'impact V-URB-DOB-EFF Sensibilité de l'environnement urbain vis-à-vis des dommages aux bâtiments par effondrement du collecteur
Échelle de l'évaluation	Secteur ➤ Tronçon
Unité	Niveau : 1 à 4
Évaluation	À partir de données urbanistiques
Commentaire	<p>Cet indicateur est défini à l'échelle de chaque bâtiment mais peut être intégré à l'échelle d'un tronçon.</p> <p>Il peut prendre en compte des facteurs tels que :</p> <ul style="list-style-type: none"> — l'usage des bâtiments ; — la proximité du réseau ; — la taille et la profondeur des ouvrages ; — la nature du sol ; — ...

Fiche 156.

Critère I/DOB1/EFF : investigation pour cause de risque de dommages par effondrement

Dysfonctionnement	EFFONDREMENT
Critère d'investigation	I/DOB1/EFF Investigation pour cause de risque de dommages par effondrement
Évaluation	I/DOB1/EFF = EFF2-C-T \otimes V-URB-DOB-EFF Voir le Tableau 154.
Commentaire	L'indicateur de dysfonctionnement EFF2-C-T (Niveau d'endommagement estimé, à confirmer par investigation) est croisé avec l'indicateur de vulnérabilité V-URB-DOB-EFF qui représente les enjeux du suivi de la conduite.

Tableau 154 : opérateur pour l'évaluation du critère I/DOB1/EFF

	EFF2-C-T	1	2	3	4
V-URB-DOB-EFF dommages possibles en cas d'effondrement					
1 –		1	1	1	2
2 –		1	1	2	3
3 –		1	2	3	4
4 –		2	3	4	4

Fiche 157.

Critère R/DOB1/EFF : réhabilitation pour risque de dommages par effondrement

Dysfonctionnement	EFFONDREMENT
Critère de réhabilitation	R/DOB1/EFF Réhabilitation pour risque de dommages par effondrement
Évaluation	$R/DOB1/EFF = EFF5-C-T \otimes V-URB-DOB-EFF$ Voir le Tableau 155.
Commentaire	La définition des priorités de réhabilitation prend en compte : <ul style="list-style-type: none"> — EFF5-C-T : risque d'effondrement estimé après investigation ; — V-URB-DOB-EFF : la vulnérabilité de l'environnement urbain (dommages possibles en cas d'effondrement).

Tableau 155 : opérateur pour l'évaluation du critère R/DOB1/EFF

	EFF5-C-T	1	2	3	4
V-URB-DOB-EFF dommages possibles en cas d'effondrement					
1 –		1	1	1	2
2 –		1	1	2	3
3 –		1	2	3	4
4 –		2	3	4	4

Fiche 158.

Critère I/TRA1/EFF : inspection pour risque de perturbations importantes dues à un effondrement

Dysfonctionnement	EFFONDREMENT
Critère d'investigation	I/TRA1/EFF Inspection pour risque de perturbations importantes dues à un effondrement
Évaluation	I/TRA/EFF = EFF2-C-T ⊗ V-URB-TRA Voir le Tableau 156.
Commentaire	L'indicateur de dysfonctionnement EFF2-C-T (Niveau d'endommagement estimé, à confirmer par investigation) est croisé avec l'indicateur de vulnérabilité V-URB-TRA qui représente les enjeux du suivi de la conduite. Le cas d'un constat d'affaissement de chaussée constitue une situation particulière : ce constat fournit une présomption de désordres sur le collecteur et relève plutôt de l'intervention d'urgence (inspection puis réparation éventuelle) que de la hiérarchisation des investigations de suivi du patrimoine.

Tableau 156 : opérateur pour l'évaluation du critère I/TRA1/EFF

	EFF2-C-T :	1	2	3	4
V-URB-TRA Perturbations en cas d'effondrement					
1		1	1	1	2
2		1	1	2	3
3		1	2	3	4
4		2	3	4	4

Fiche 159.

Critère R/TRA1/EFF : réhabilitation pour risque de perturbations importantes dues à un effondrement

Dysfonctionnement	EFFONDREMENT
Critère de réhabilitation	R/TRA1/EFF Réhabilitation pour risque de perturbations importantes dues à un effondrement
Évaluation	$R/TRA1/EFF = EFF5-C-T \otimes V-URB-TRA$ Voir le Tableau 157.
Commentaire	La définition des priorités de réhabilitation prend en compte : <ul style="list-style-type: none"> — EFF5-C-T : risque d'effondrement estimé après investigation ; — V-URB-TRA : la vulnérabilité de l'environnement urbain (perturbations générées en cas d'effondrement).

Tableau 157 : opérateur pour l'évaluation du critère R/TRA1/EFF

	EFF5-C-T	1	2	3	4
V-URB-TRA : perturbations en cas d'effondrement					
1		1	1	1	2
2		1	1	2	3
3		1	2	3	4
4		2	3	4	4

ANNEXE 2. GLOSSAIRE

Abrasion

Dégradation de la conduite par abrasion/érosion : attaque de l'intrados de la conduite par l'action abrasive d'effluents chargés en particules solides.

Attaque chimique

Dégradation de la conduite par attaque chimique : attaque chimique du matériau de la conduite du fait de la composition chimique de l'effluent et/ou du fait de ses conditions de transfert : fermentation en zones de faible vitesse de circulation, ou dégagement d'H₂S en zones de forte oxygénation.

Auscultation

« Contrôle dans le temps, basé sur des mesures, du comportement physique d'un ouvrage ou d'une zone de terrain » (Office de la langue française, 1993). « Contrôle dans le temps, basé sur des mesures du comportement d'un ouvrage. Permet d'identifier les causes génératrices des dysfonctions et possiblement de prévoir l'évolution des défauts sur l'environnement de l'ouvrage » (CERIU, 2002)¹⁹

Évaluation des caractéristiques non visuelles pour compléter l'inspection d'un ouvrage. *« L'auscultation consiste à évaluer des paramètres bien définis, dans des zones déterminées, à l'aide d'outils adaptés. L'analyse des résultats de ces investigations complémentaires à celles de l'inspection et l'interprétation de toutes les données permettent d'établir le diagnostic d'état de l'ouvrage. » (RERAU, 1998).*

Bassin Versant - BV

Un bassin versant correspond à l'ensemble des tronçons situés à l'amont d'un point donné. Ce point peut être un déversoir d'orage, un poste de relèvement, un point de mesure permanent ou temporaire, voire la station d'épuration. L'échelle du bassin n'est donc pas unique, mais spécifique à chaque type d'information disponible (relevé de surverse, enregistrement de débit...).

Bouchage

Le dysfonctionnement bouchage, total ou partiel, est, par nature, une **réduction de la capacité hydraulique**. Dans ce guide, il est distingué en tant que dysfonctionnement, bien qu'il ait pour origine les mêmes types de défauts structurels que la **réduction de**

¹⁹ Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines : http://www.ceriu.qc.ca/CP_souterrain.htm

la capacité hydraulique. En effet, il se caractérise par l'accumulation, au cours du temps, de matériaux divers qui viennent s'ajouter à ces défauts permanents. Ces derniers peuvent d'ailleurs ne pas constituer en tant que tels une réduction importante de la capacité hydraulique, mais ils amorcent les processus d'accumulation. Les matériaux accumulés peuvent être éliminés de temps à autre par des interventions adéquates, et à ce titre le dysfonctionnement « bouchage » présente des analogies avec l'ensablement. Ces interventions, faisant souvent suite à des plaintes, constituent un bon indicateur de ce type de dysfonctionnement, à condition d'être clairement identifiées : sont concernés ici les bouchages affectant le réseau collectif, et non ceux qui sont localisés sur les branchements.

Coût de la réduction de la durée de vie des conduites

Défini comme un **impact** dans le présent guide (CDV), il s'agit du surcoût associé à un remplacement prématuré d'un tronçon de collecteur dont l'état de santé ne permet plus une simple réparation ou rénovation et pour lequel des facteurs tels que la profondeur, le diamètre, etc. induisent un coût de remplacement notablement supérieur à la moyenne. Le remplacement prématuré (ou, en d'autres termes, le vieillissement accéléré) peut être induit par un ou plusieurs processus de dégradation : attaque chimique, dégradation du complexe sol-conduite, intrusion de racines et/ou abrasion. Les tronçons dont le coût de remplacement est important devraient faire l'objet d'investigations plus fréquentes et d'éventuelles réhabilitations de type **proactif**, c'est-à-dire visant à enrayer les processus de vieillissement.

Critère

Critère de qualité de service : « *Résultat identifié et objectif d'une prestation totale ou partielle de service, considéré comme significatif de la qualité attendue par l'utilisateur de ce service total ou partiel.* » (NF P15-900-1).

Critères de décision : utilisés pour comparer des actions, les critères de décision sont des évaluations (qualitatives ou quantitatives) des conséquences diverses de ces actions vis-à-vis des objectifs recherchés. Pour la réhabilitation des patrimoines, les critères de décision peuvent être formulés de différentes façons :

- critères pour comparer des éléments du patrimoine (vis-à-vis des diverses conséquences de leur état de santé) et aider ainsi à définir des priorités d'intervention (option retenue dans ce guide) ;
- critères pour comparer des actions de réhabilitation envisagées (ce qui nécessite alors de prévoir l'efficacité des actions : effets sur l'état de santé de l'élément réhabilité mais aussi effets sur les performances globales du système).

Criticité

La criticité d'un événement peut être défini par le produit F.G.(D). F est la fréquence ou probabilité de l'aléa (ou perturbation), G est la gravité des conséquences, D la détectabilité de l'événement. Appliquée à la gestion des systèmes techniques, cette

notion permet de concentrer les efforts de maintenance préventive sur les « matériels critiques » (*maintenance basée sur la fiabilité*)

Débordement

Les débordements correspondent à des sorties d'effluent hors du réseau par des voies non prévues à cet effet : ils peuvent se produire via les regards, les avaloirs, voire les branchements, même si les riverains sont censés se protéger contre les mises en charge du réseau. Dans ce guide, et comme pour les *déversements*, seuls sont considérés comme anormaux les débordements se produisant en temps sec, ou lors de pluies inférieures aux hypothèses de dimensionnement.

Défaillance

Selon la norme NF X60-010 la défaillance est « *l'altération ou la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir sa ou (ses) fonction(s) requise(s) avec les performances définies dans les spécifications techniques* » (on utilise également le terme de « *défaillance fonctionnelle* »)

Défaillance potentielle : « *Lorsqu'une valeur de défaillance a été fixée pour évaluer la dégradation d'une entité, on définit une autre valeur selon le même critère, en avance de la précédente, comme étant le point de défaillance potentielle. Cette valeur est choisie de telle sorte que si la dégradation ne l'atteint pas, le risque de défaillance avant la prochaine inspection est jugé acceptable. Il n'est donc pas nécessaire d'intervenir avant cette valeur. On notera que la valeur de défaillance potentielle est fonction de l'intervalle entre les inspections. Ce concept de défaillance potentielle est à la base des techniques modernes de maintenance (conditionnelle ou prévisionnelle). Il sera utilisé comme critère de décision de restauration.* » (Zwingelstein, 1996)

Dégradation (voir aussi *dysfonctionnement*)

Selon (Zwingelstein, 1996) « *Une dégradation est l'état d'une entité présentant une perte de performances d'une des fonctions assurées par l'entité (si les performances sont au-dessous du seuil d'arrêt défini dans les spécifications fonctionnelles, il n'y a plus dégradation mais **défaillance**)* ;

Dégradation du complexe sol-conduite

Modification de l'état du contact entre le sol encaissant et l'extrados de la conduite : création de vides ou décompression du sol encaissant par entraînement de fines.

Déversement

Un déversement est une sortie d'effluents hors du réseau par un ouvrage aménagé à cet effet (déversoir d'orage, trop plein de poste de relèvement...). Il est normal lorsqu'il se produit sur un déversoir d'orage, en réseau unitaire, pour un événement pluvieux supérieur aux conditions de référence définies pour le dimensionnement. Il est anormal dans tous les autres cas, et en particulier en temps sec.

Dommages au bâti

Impact défini dans le présent guide (DOB), il s'agit des dommages, induits par un dysfonctionnement d'un tronçon (exfiltration, effondrement...), sur les bâtiments ou infrastructures au voisinage de ce tronçon.

Dysfonctionnement (voir aussi *dégradation*)

Un dysfonctionnement correspond à un mode de fonctionnement dégradé et qui induit une perte de performance(s) vis-à-vis d'une ou plusieurs fonctions assurées par l'entité. Si les performances sont au-dessous de ***l'objectif de performance*** défini compte tenu du contexte, le dysfonctionnement engendre une situation de ***défaillance***. Si les performances sont au-dessous du ***seuil d'inacceptabilité*** défini compte tenu du contexte, le dysfonctionnement engendre une situation de défaillance majeure ou inacceptable.

Les dysfonctionnements pris en compte dans ce guide sont les suivants : abrasion, attaque chimique, bouchage, débordement, déversement, dégradation du complexe sol-conduite, effondrement, ensablement, exfiltration, infiltration, intrusion de racines, [réduction de la capacité] hydraulique.

Effondrement

Altération de l'intégrité structurale – Effondrement : « *un effondrement est une rupture localisée d'une partie du collecteur (tronçon de voûte ou de radier) désolidarisée du reste de la structure. Un effondrement traduit la ruine du collecteur* » (RERAU, 2002) ;

Ensablement

Ensablement : « *formation de dépôts dans les réseaux d'assainissement lorsque l'écoulement n'a plus l'énergie suffisante pour transporter l'ensemble des particules solides* » (Chocat, 1997) ;

État

L'état d'un tronçon de collecteur doit être observé, décrit puis interprété. Les observations correspondent à deux types d'informations : a) des désordres ou défauts qui contribuent à un ou plusieurs dysfonctionnement(s) de ce tronçon, b) des désordres symptomatiques d'un dysfonctionnement (concrétions par exemple).

La description de l'état, en particulier à partir d'une inspection visuelle, est réalisée par l'utilisation d'un glossaire (ou système de codage) tel que ceux proposés par l'AGHTM ou la norme NF EN 13508-2. L'appréciation (ou interprétation) de l'état correspond à l'évaluation d'indicateurs de ***dysfonctionnement***, puis d'indicateurs ***d'impact***.

Exfiltration

Perte d'effluent à travers l'ouvrage par suite d'un défaut d'étanchéité (RERAU, 2002).

Exploitation du patrimoine

« Ensemble des opérations consistant à faire fonctionner les installations existantes en vue d'obtenir les prestations correspondant au niveau de qualité convenu » (NF P 15-900-2).

Gestion patrimoniale

« La gestion patrimoniale vise à optimiser les investissements. Elle repose sur l'utilisation de documents ou informations suivantes :

- inventaire du patrimoine ;
- durées de vie techniques prévisionnelles ;
- tout élément relatif à l'évolution des ouvrages. » (NF P 15-900-2)

Hydraulique (réduction de la capacité)

Réduction de la capacité hydraulique : formation d'obstacles à l'écoulement de l'effluent qui peut être occasionnée par la dégradation du collecteur (déplacement d'assemblages, défauts de revêtement, effondrement partiel, etc.)

Impact

Les impacts (d'ordre écologique, économique, etc.) sont les conséquences des dysfonctionnements (eux-mêmes conséquences de l'état de santé d'un ouvrage) en fonction du contexte. Les éléments du contexte pris en compte pour évaluer les impacts sont appelés facteurs de *vulnérabilité*.

Les impacts étudiés dans ce guide sont les suivants : coût de la réduction de la durée de vie des conduites, dommages au bâti, nuisances d'origine hydraulique, perturbation des activités urbaines, pollution des eaux de surface, pollution des sols et des eaux souterraines, surcoûts d'exploitation.

Indicateur

Indicateur de qualité (ou de performance) : « Mesure qui permet d'apprécier d'une manière pertinente la réalisation d'un critère de qualité de service » (NF P15-900-1). « Un indicateur de qualité doit être à la fois, un témoin du degré de satisfaction de l'utilisateur et un aiguillon pour l'action du gestionnaire dans son amélioration de la qualité de ses prestations. Il doit donc être : orienté vers l'utilisateur ou le client (...), quantifiable (...), simple et compréhensible (...), déclinable localement (...), sensible et réactif aux actions du gestionnaire, fiable (...), d'un coût supportable » (NF P15-900-1)

Infiltration

« *Entrée d'eau de la nappe phréatique dans un réseau d'évacuation et d'assainissement* » (EN 752-1) « *introduction d'eaux parasites dans l'ouvrage par suite d'un défaut d'étanchéité* » (RERAU, 2002).

Inspection

Examen visuel et description qualitative et éventuellement quantitative de l'état intérieur et du fonctionnement de la conduite.

Pour les collecteurs visitables (RERAU, 1998) « *l'inspection (visuelle) consiste à relever et quantifier les dégradations et sert à établir un pré-diagnostic par l'analyse et l'interprétation détaillée des observations. Une inspection doit contenir :*

- *l'analyse des résultats de l'Etape I (présélection des tronçons à risque), avec recherche d'éventuels documents complémentaires (archives construction, contexte géologique, contentieux...),*
- *une enquête de terrain (riverains, concessionnaires) et des relevés de surface,*
- *la validation des résultats de visites,*
- *la localisation, la qualification et la quantification des dégradations ».*

Intrusion de racines

Dégradation de la conduite par intrusion de racines : pénétration, à travers les défauts de structure ou les défauts d'assemblage, et développement de racines qui trouvent dans les collecteurs des éléments nutritifs.

Investigation

Toute opération réalisée pour décrire l'état d'un ouvrage et en rechercher les causes : inspections, auscultation, enquête.

Maintenance

« *Toutes les activités destinées à maintenir ou à rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement, pour accomplir une fonction requise. Ces activités sont une combinaison d'activités techniques, administratives et de management.* » (AFNOR NF X60-010).

On distingue différentes composantes de la maintenance (Zwingelstein, 1996) :

- Maintenance corrective : « *ensemble des activités réalisées après la défaillance du bien, ou la dégradation de sa fonction pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement : ces activités comportent notamment la localisation de la défaillance et son diagnostic, la remise en état avec ou sans modification, le contrôle de bon fonctionnement* »
- Maintenance palliative : (...) permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise (...)

- Maintenance curative : « activités de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Le résultat des activités réalisées doit présenter un caractère permanent. Ces activités peuvent être des réparations, des modifications ou aménagements ayant pour objet de supprimer la (ou les) défaillance(s). »
- Maintenance préventive : « maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondantes sont déclenchées selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'usage (maintenance systématique), et/ou de critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service (maintenance conditionnelle). »
- Maintenance préventive systématique : « ce type de maintenance comprend l'ensemble des actions destinées à restaurer, en totalité ou partiellement, la marge de résistance des matériels non défaillants, lorsque ces tâches sont décidées en fonction du temps ou de la production, sans considération de l'état des matériels à cet instant »
- Maintenance préventive conditionnelle : « ce type de maintenance comprend toutes les tâches de restauration de matériels ou de composants non défaillants entreprises en application d'une évaluation d'état et de la comparaison avec un critère d'acceptation préétabli (**défaillance potentielle**) »
- Maintenance prévisionnelle : « maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et de planifier les interventions. »
- Maintenance proactive « forme avancée de maintenance prévisionnelle consistant à déterminer les causes initiales des défaillances à partir de l'état de **défaillance potentielle**. Elle requiert une très bonne connaissance des mécanismes de ruine des matériels et des relations de causes à effets entre les symptômes externes et leurs causes matérielles. La mise en œuvre de cette maintenance implique l'accumulation d'un retour d'expérience d'excellente qualité »
- Maintenance basée sur la fiabilité (MBF) « recherche les matériels critiques dont les modes de défaillance ont un impact significatif sur la sûreté, la disponibilité, la qualité, l'environnement, etc. Fondée sur la connaissance des taux de **fiabilité** des matériels, elle implique une maintenance préventive ou une modification de conception uniquement pour les matériels critiques. La maintenance corrective est la seule alternative proposée pour les matériels jugés non critiques. »

Nuisances d'origine hydraulique

Impact défini dans le présent guide (NUH), et qui correspond aux conséquences d'un débordement (par temps sec ou par temps de pluie) sur le milieu urbain : inondation d'espaces privés et/ou d'espaces publics plus ou moins sensibles.

Obsolescence

L'obsolescence correspond à une inadéquation d'une entité induite par l'évolution des objectifs d'usage ou encore l'introduction de nouvelles spécifications relatives à son fonctionnement.

Patrimoine

Patrimoine du service public : « *ensemble des biens du service public, propriété de la collectivité publique compétente, tels que : ouvrages, équipements, documentations, bases de données, immeubles.* » (NF P 15-900-2)

Performance

Il existe plusieurs manières de définir la performance d'un système (système technique ou organisation) :

- a) l'efficacité : degré de réalisation des activités planifiées ou d'obtention des résultats escomptés.
- b) l'efficience : rapport entre le résultat obtenu et les ressources utilisées.
- c) l'effectivité : degré d'adéquation entre service rendu et attentes des clients.

Pour ces trois approches, la mesure de la performance est une mesure relative :

- a) R / OR : niveau de résultat / objectif de résultat (ou : $R - OR$), pour l'efficacité ;
- b) R / NR : niveau de résultat / niveau de ressource utilisée, pour l'efficience ;
- c) profil de résultat obtenu *versus* profil attendu, pour l'effectivité.

Perturbation des activités urbaines

Impact défini dans le présent guide (TRA), et qui correspond aux perturbations générées par un dysfonctionnement du réseau ou par des opérations d'exploitation induites par l'état du réseau (ensablement, bouchage...) sur les activités urbaines : circulation automobile, transports en commun, accès aux commerces.

Plan d'entretien

Selon la Norme EN 752-7 « *L'entretien comprend une combinaison des tâches préventives et curatives nécessaires pour assurer que le réseau est maintenu dans des conditions telles qu'il puisse remplir ses fonctions de manière satisfaisante.* »

« *Les tâches peuvent inclure :*

- *la réparation locale ou le remplacement des collecteurs endommagés ou d'autres structures ;*
- *l'élimination des dépôts ou obstructions pour rétablir la capacité hydraulique ;*
- *l'entretien des installations mécaniques (par exemple les pompes) ;*
- *la surveillance des rongeurs.* »

« *Le plan d'entretien doit comprendre le type de stratégie d'entretien à utiliser pour chaque élément du réseau, ainsi que les prescriptions et fréquences de contrôle. Il*

convient que le plan comporte également une évaluation du risque en tenant compte de la possibilité de panne et de ses conséquences. »

« Les entretiens préventif ou curatif, ou une combinaison des deux constituent les stratégies d'entretien des systèmes d'évacuation et d'assainissement. »

« L'entretien préventif comprend un programme de travail pour remédier aux défauts et aux problèmes identifiés lors des inspections. Il est particulièrement prescrit pour réduire l'incidence d'une panne lorsque les conséquences sont graves. »

« L'entretien curatif (ou de crise) consiste à répondre aux pannes et aux problèmes dès qu'ils sont identifiés. Il est approprié pour les parties du réseau qui peuvent fonctionner avec peu ou pas d'entretien. »

« Il convient d'évaluer l'efficacité de l'entretien en comparant les performances du réseau d'évacuation ou d'assainissement avec les prescriptions. De plus, les objectifs de délais de réponse peuvent servir d'évaluation pour l'entretien curatif. »

Pluie significative

Dans ce guide, le terme de « pluie significative » est employé pour désigner une pluie supérieure à un seuil conventionnel (par exemple : 2 mm / h), et inférieure à un seuil de dimensionnement (par exemple une période de retour décennale).

Pollution des eaux de surface

Impact défini dans le présent guide (POL), et qui correspond aux conséquences des déversements sur le milieu récepteur et sur ses usages, en fonction de la sensibilité du milieu mais aussi des exigences de qualité liées à ses usages.

Pollution des sols et des eaux souterraines

Impact défini dans le présent guide (PON), et qui correspond aux conséquences des débordements ou des exfiltrations, sur le sol et les eaux souterraines, en fonction de la sensibilité de ces eaux mais aussi des exigences de qualité liés aux usages de ces ressources.

Préventif : voir *maintenance préventive*

Proactif

*Se dit d'une démarche anticipant les événements et les mesures à prendre pour faire face aux problèmes de manière positive, par opposition à une démarche dans laquelle on ne fait que réagir aux situations qui se présentent. [Office de la langue française, 2002] Voir *maintenance proactive**

Réhabilitation

« Toutes mesures entreprises pour restaurer ou améliorer les performances d'un réseau d'évacuation et d'assainissement existant » (NF EN 752-1).

La réhabilitation d'un système peut être réalisée par une action ou une combinaison d'actions telles que le **remplacement**, la **rénovation** ou la **réparation** d'ouvrages ou d'équipements, mais aussi par des actions sur le système : nouveaux ouvrages ou équipements, détournement des eaux pluviales vers des ouvrages d'infiltration, etc. (cf. la norme NF EN 752-5).

Remplacement

« Construction d'un ouvrage d'évacuation et d'assainissement neuf sur ou hors de l'emplacement d'une conduite d'évacuation et d'assainissement existante et s'y substituant » (NF EN 752-5)

Rénovation

« Travaux incorporant tout ou partie de l'ouvrage d'évacuation et d'assainissement existant et grâce auxquels les performances actuelles sont améliorées » (NF EN 752-5)

Réparation

« Rectification des défauts localisés » (NF EN 752-5)

Risque

Selon la norme NF EN 1050 (1997), le risque est la combinaison de la gravité et de la probabilité : « Le risque est la mesure d'un danger, associant une mesure de l'occurrence d'un événement indésirable (probabilité, fréquence) et une mesure de ses effets ou conséquences ou impacts ».

Sensibilité voir **vulnérabilité**

Seuil d'inacceptabilité

Associé à un indicateur de performance, « valeur à partir de laquelle un niveau de performance n'est pas tolérable. » (NF P15-900-1)

Surcoûts d'exploitation

Impact défini dans le présent guide (CXR, CXS), et qui correspond aux surcoûts induits par l'état de santé et le fonctionnement du réseau : surcoût d'exploitation de la station dû aux eaux parasites d'infiltration, surcoûts d'exploitation du réseau dus à la fréquence des opérations de curage ou de débouchage ou dus au relèvement/refoulement d'un volume important d'eaux parasites d'infiltration.

Tronçon

Le tronçon correspond à une longueur de quelques dizaines de mètres, en général délimitée par deux regards. C'est l'échelle de description la plus fine pour ce qui concerne les dysfonctionnements. Elle résultera souvent d'agrégation d'informations concernant les défauts définis à une échelle encore plus fine (de l'ordre du mètre, ou de l'élément de canalisation).

Vulnérabilité

(Hubert et Ledoux, 1999) proposent la définition suivante : « *propension d'un système à subir des dommages en cas de survenance d'un événement* ». Concernant l'événement inondation, « *le dommage est une valeur anthropocentrique par nature qui traduit la conséquence économique défavorable de l'inondation sur les biens, les activités et les personnes. On distingue les dommages directs (toute perte liée à l'impact physique de l'inondation, occasionnant une destruction matérielle ou corporelle) et les dommages indirects (conséquences de l'apparition de certains dommages directs et de la submersion proprement dite sur les activités et les échanges à l'intérieur et à l'extérieur de la zone inondée)* ».

La vulnérabilité de l'environnement d'une entité qui connaît (ou risque de connaître) un dysfonctionnement comprend l'ensemble des caractéristiques qui déterminent les dommages directs ou indirects subis par cet environnement du fait de ce dysfonctionnement. Deux types de caractéristiques peuvent être distingués :

- 1) Caractéristiques relationnelles, associées au couple entité-environnement exposé :
 - a) caractéristiques géographiques : au dessus de..., au dessous de..., proche de...
 - b) caractéristiques du médium entre l'entité et l'environnement exposé : stabilité des terrains, perméabilité du sol...
- 2) Caractéristiques intrinsèques de l'environnement exposé :
 - a) fragilité et résilience (ruisseau péri-urbain, etc.)
 - b) valeur (économique, écologique, d'usage) : voie de circulation importante, conduite principale AEP, zone piétonne touristique ou commerciale, etc.

page gauche blanche

ANNEXE 3. PRISE EN COMPTE DES PERFORMANCES PRESCRITES DANS LA NORME NF EN 752-2

L'article 6 de la norme NF EN 752-2 définit les exigences de performances suivantes :

- *« le réseau fonctionne sans obstruction ;*
- *les fréquences d'inondation doivent être limitées aux valeurs prescrites ;*
- *aucun risque ne doit exister pour la vie ou la santé publique ;*
- *il y a lieu de limiter la mise en pression des collecteurs aux valeurs prescrites ;*
- *aucun risque ne doit exister pour le personnel d'intervention ;*
- *le milieu récepteur doit être protégé contre la pollution dans les limites prescrites ;*
- *les branchements et les collecteurs ne doivent pas endommager les structures et réseaux existants voisins ;*
- *la durée de vie et l'intégrité structurale doivent être atteintes ;*
- *les branchements et les collecteurs doivent être étanches selon les conditions d'essai prescrites ;*
- *nuisances olfactives et toxicité doivent être évitées ;*
- *l'accès doit être prévu pour entretien. »*

« Les exigences de performance s'appliquant à des éléments individuels se rattachent aux exigences ci-dessus de la manière suivante :

- *certaines exigences du système s'appliquent directement à tous les éléments (par exemple 'la santé et la sécurité du personnel d'exploitation doivent être assurées') ;*
- *certaines exigences du système s'appliquent directement à certains éléments (par exemple 'la durée de vie et l'intégrité structurale doivent être atteintes').*

Il convient d'élaborer des exigences spécifiques à certains éléments à partir de certaines exigences du système (par exemple 'les fréquences d'inondation doivent être limitées aux valeurs prescrites' devient une exigence de capacité de débit s'appliquant à chaque canalisation) ».

Ces prescriptions de performance sont prises en compte à travers les dysfonctionnements et les impacts définis dans le guide, selon le tableau ci-après :

Exigences de performances (NF EN 752-2)	Dysfonctionnements	Impacts
- le réseau fonctionne sans obstruction	BOU	POL, PON, NUH, CXR
- les fréquences d'inondation doivent être limitées aux valeurs prescrites	HYD, BOU, DEB	NUH
- aucun risque ne doit exister pour la vie, ou la santé publique	EFF EXF, DEV	TRA POL, PON
- il y a lieu de limiter la mise en pression des collecteurs aux valeurs prescrites	HYD	CDV
- aucun risque ne doit exister pour le personnel d'intervention	<i>non traité dans ce guide qui est centré sur la gestion des collecteurs non visitables</i>	
- le milieu récepteur doit être protégé contre la pollution dans les limites prescrites	INF, HYD, BOU, DEV	POL, PON
- les branchements et les collecteurs ne doivent pas endommager les structures et réseaux existants voisins	EFF	DOB, TRA
- la durée de vie et l'intégrité structurale doivent être atteintes	DSC, RAC, ATC, ABR	CDV
- les branchements et les collecteurs doivent être étanches selon les conditions d'essai prescrites	INF, EXF	POL, PON
- nuisances olfactives et toxicité doivent être évitées		NUH
- l'accès doit être prévu pour entretien	<i>non traité dans ce guide qui est centré sur la gestion des collecteurs non visitables</i>	

Codes des dysfonctionnements

ABR : dégradation de la conduite par abrasion/érosion ;
 ATC : dégradation de la conduite par attaque chimique ;
 BOU : bouchage ;
 DEB : débordement ;
 DEV : déversement ;
 DSC : dégradation du complexe sol-conduite ;
 EFF : altération de l'intégrité structurale - effondrement ;
 ENS : ensablement ;
 EXF : exfiltration ;
 HYD : réduction de la capacité hydraulique ;
 INF : infiltration ;
 RAC : dégradation de la conduite par pénétrations de racines.

Codes des impacts

CDV : coût de la réduction de la durée de vie des ouvrages, et surcoût des interventions curatives par rapport à des interventions préventives ou proactives ;
 CXR : surcoûts d'exploitation du réseau, y compris le coût de la réduction de la durée de vie des équipements ;
 CXS : surcoûts d'exploitation de la station d'épuration, y compris le déficit d'aides publiques ;
 DOB : dommages au bâti, y compris infiltrations en cave ;
 NUH : nuisances « hydrauliques » : interruption de service, odeurs, inondations, en domaine privé ou sur la voie publique ;
 POL : pollution des eaux de surface, par débordements, surverses, ou perturbation des filières d'épuration ;
 PON : pollution des sols et des eaux souterraines ;
 TRA : nuisances diverses (y compris celles qui sont dues aux opérations d'exploitation) : atteintes à la sécurité ou à la fluidité du trafic (hors inondations), bruit, accès aux commerces.

ANNEXE 4. EXTRAITS DE LA NORME NF EN 13508-1 :
DÉTERMINATION DE L'ÉTAT DES RÉSEAUX
D'ÉVACUATION ET D'ASSAINISSEMENT À L'EXTÉRIEUR
DES BÂTIMENTS – PARTIE 1 : EXIGENCES GÉNÉRALES

Article 6 – Dysfonctionnements

6.1 Branchements et collecteurs à écoulement libre, regards de visite et boîtes de branchement

Il faut connaître les possibles dysfonctionnements pour établir les informations qui sont nécessaires pour déterminer l'état du réseau.

Tous les dysfonctionnements susceptibles de se produire doivent être pris en considération, notamment :

- ***L'effondrement de l'élément***, qui pourrait entraîner un blocage ou un affaissement. Il convient de considérer la probabilité d'effondrement compte tenu de tous les facteurs pertinents, notamment :
 - l'état structurel observé de l'élément ;
 - le type de sol ;
 - le fait que le sol pénètre ou non dans l'élément ;
 - la présence d'infiltrations ;
 - la charge exercée sur la canalisation.
- ***Le blocage complet ou partiel de l'élément***. Lorsque l'on considère la probabilité de blocage, il convient de prendre en compte les facteurs suivants :
 - la probabilité d'aggravation d'une obstruction partielle ;
 - la probabilité qu'un défaut existant provoque un blocage.
- ***Une capacité hydraulique insuffisante*** pour satisfaire aux exigences de débit. Dans un système complexe, il n'est pas toujours possible d'attribuer un problème hydraulique à la capacité insuffisante d'une canalisation. Dans ces cas là, cet aspect des performances ne peut être considéré que dans le cadre de l'ensemble du système.
- ***Des joints défectueux ou d'autres défauts provoquant des fuites***. Il n'est pas toujours économiquement justifié d'effectuer des essais pour déterminer si un élément est étanche. Il peut être utile de prendre en considération les conséquences probables d'une fuite (voir 7.3) pour savoir s'il est nécessaire de procéder à des essais. Des fuites peuvent entraîner des infiltrations de la nappe phréatique dans l'élément ou une fuite d'effluent.

- *Des dysfonctionnements ou des problèmes de sécurité*, par exemple des escaliers et échelles défectueux, ou des couvercles défectueux ou déplacés.
- *La corrosion* de la canalisation.
- *L'usure et la déchirure* du matériau.

Article 7 – Conséquences des dysfonctionnements

7.1 Généralités

Il est nécessaire de comprendre la nature et l'étendue des conséquences des dysfonctionnements pour savoir quelles sont les informations nécessaires pour déterminer l'état du réseau.

Les conséquences possibles des dysfonctionnements doivent être prises en considération, notamment les suivantes :

7.2 Affaissement

Un affaissement dû à un effondrement ou à la pénétration de terre en raison d'une défaillance est susceptible d'endommager la surface de la chaussée, les autres services publics, les bâtiments ou autres structures. L'impact observé dépendra :

- de la proximité des autres services publics ou structures ;
- de leur vulnérabilité.

7.3 Inondation

Une inondation peut être due à une capacité de débit insuffisante en raison d'un blocage complet ou partiel, ou à des débits trop importants. L'impact observé dépendra :

- du point de sortie du flux ;
- du trajet du flux ;
- de la nature, l'utilisation et l'étendue des zones affectées.

7.4 Pollution de la nappe phréatique et du sol

La pollution de la nappe phréatique et du sol peut être due à une fuite d'effluent provoquée par des fissures, des ruptures, des trous ou des joints défectueux. L'impact observé dépendra :

- de la perméabilité du sol ;
- de la proximité et de l'utilisation des sources provenant de la nappe phréatique ;
- de la capacité du sol à filtrer les polluants ;
- de la nature de l'effluent.

7.5 Pollution des eaux de surface

La pollution des eaux de surface peut être due à une fuite d'effluent, à une inondation ou à des rejets supérieurs aux limites autorisées. L'impact observé dépendra :

- de la qualité et de l'utilisation des eaux de surface ;
- de la nature de l'effluent ;
- du débit, de la durée et de la dilution.

7.6 Réduction d'efficacité du traitement

Une réduction d'efficacité du traitement peut être due à des débits anormalement élevés ou faibles, ou à la nature anormale de l'effluent.

7.7 Autres conséquences

Les autres conséquences peuvent être :

- des coûts financiers directs (par exemple les coûts de réparation du réseau d'évacuation ou d'assainissement) ;
- des coûts financiers indirects (par exemple les dommages à des bâtiments et à leur contenu) ;
- une perturbation de la vie sociale ;
- des effets sur la santé publique ou la sécurité ;
- d'autres dommages sur l'environnement (par exemple odeur, bruit ou parasites).

page gauche blanche

ANNEXE 5. MISE EN RELATION DES ENSABLEMENTS, BOUCHAGES, RÉDUCTIONS DE CAPACITÉ HYDRAULIQUE AVEC LES DÉBORDEMENTS, DÉVERSEMENTS ET MISES EN CHARGE

La notion de **zone d'influence**, permet d'affecter un débordement, un déversement ou une mise en charge (observés ou estimés) à un **secteur** dans lequel sont susceptibles de se trouver les tronçons provoquant ces dysfonctionnements.

Cette zone d'influence peut être définie en appliquant deux types de règles :

1. règle de propagation libre vers l'aval d'une ligne d'eau ;
2. règle de limitation de la propagation par des observations négatives.

Pour la règle 1, la mise en relation d'un tronçon où se manifestent des dysfonctionnements avec l'ensemble des tronçons susceptibles d'en être l'origine, peut se faire à partir de calculs simplifiés de ligne d'eau, couplés à des données topographiques :

- ligne d'eau horizontale (et calée au niveau du seuil de déversement ou de débordement, ou du niveau de mise en charge observé) ;
- ligne d'eau parallèle au radier et calée au niveau du seuil de déversement ou de débordement, ou du niveau de mise en charge observé (Bennis *et al.*, 1997).

La zone d'influence est définie par la première intersection de la ligne d'eau avec le sol.

L'utilisation de calculs hydrauliques plus élaborés (modèle hydraulique) n'est guère aisée dans ce contexte puisque ces calculs mettraient en œuvre une propagation vers l'amont des lignes d'eau. Il faudrait alors tester chaque tronçon situé à l'aval d'un dysfonctionnement pour voir si son influence, sous certaines des hypothèses de pluie, est susceptible de remonter jusqu'au dysfonctionnement. Ce type de calcul peut néanmoins être utilisé pour **vérifier** si un dysfonctionnement identifié (par exemple un tronçon ensablé), situé dans la zone d'influence d'un débordement ou d'un déversement, est bien susceptible d'en être à l'origine.

Pour la règle 2, la propagation vers l'aval d'un dysfonctionnement est arrêtée par une observation incompatible avec cette hypothèse de ligne d'eau. Par exemple, la zone d'influence d'un déversoir actif ou d'une mise en charge observée ne peut pas s'étendre au delà d'un déversoir non actif dont la cote serait inférieure à la ligne d'eau propagée.

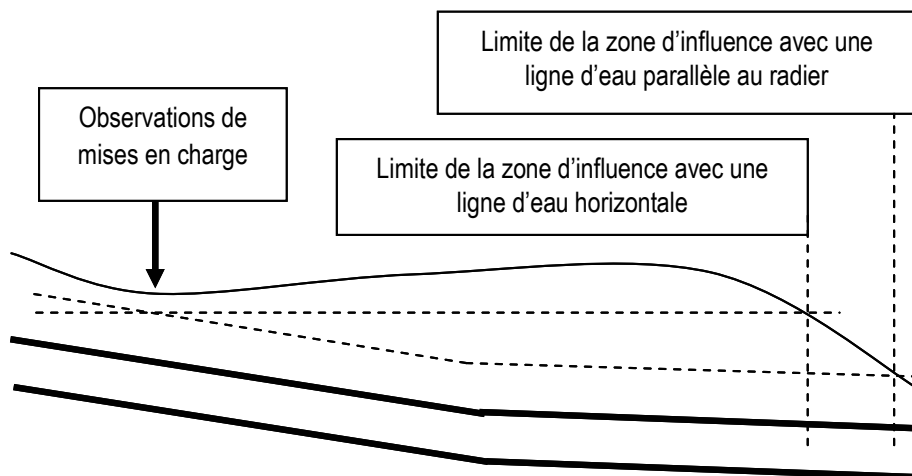


Figure 42 : procédure de base, appliquée à la définition de la zone d'influence d'une mise en charge.

Plus la mise en charge observée est faible, plus l'étendue de la zone d'influence est grande, d'où la définition du dysfonctionnement « mise en charge » à partir de la valeur maximum observée

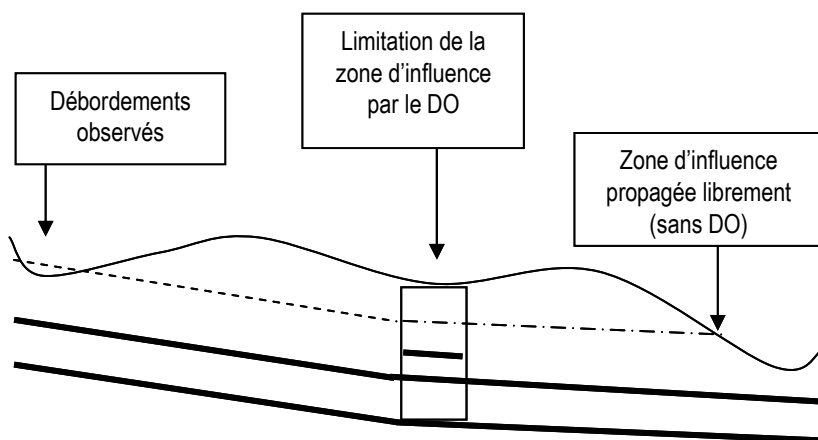


Figure 43 : limitation de la propagation vers l'aval par un déversoir d'orage

Une autre application des calculs de ligne d'eau est d'identifier des zones de débordements **potentiels**, liés en particulier aux bouchages. On utilise à nouveau des modèles de calcul de ligne d'eau plus ou moins élaborés, mais il s'agit ici d'un calcul direct, basé sur une propagation vers l'amont, et on peut utiliser des modèles hydrauliques classiques, ou des modèles simplifiés, utilisant trois types de règles :

- règles de propagation vers l'amont d'une ligne d'eau contrainte par la limitation hydraulique ;
- règles d'incompatibilité des débordements et déversements à l'amont d'une même singularité hydraulique ;
- règles de combinaison ou de cumul des influences de plusieurs singularités en série.

Pour le point 1, la mise en relation d'un tronçon présentant des défauts entraînant une réduction de sa capacité hydraulique avec une zone de débordement potentiel peut se faire par des calculs simplifiés de ligne d'eau, couplés à des données topographiques :

- ligne d'eau horizontale (et calée au niveau du sol au niveau du tronçon générant le risque) ;
- ligne d'eau parallèle au radier (et calée au niveau du sol au niveau du tronçon générant le risque (Bennis *et al.*, 1997).

Tous les tronçons pour lesquels la cote du sol est inférieure à la cote de la ligne d'eau estimée sont considérés comme affectés par des débordements potentiels.

Pour la compatibilité entre plusieurs dysfonctionnements pouvant être affectés au même tronçon, on propose les règles suivantes :

- il peut y avoir plusieurs zones de débordements observés ou potentiels sur un même collecteur à l'amont d'un problème hydraulique : une zone de débordement n'inhibe pas les zones amont ;
- pour les DO on peut envisager plusieurs options :
 - la seule présence d'un DO suffit à inhiber les zones de débordement amont : ces débordements seraient le cas échéant attribuables à un mauvais réglage du déversoir ;
 - un DO recale à sa cote de déversement la ligne d'eau estimée, et inhibe donc des zones de déversement correspondant à des cotes plus élevées ;
 - un DO n'inhibe rien.

Enfin pour les limitations hydrauliques en série, on propose d'appliquer les règles de base, indépendamment pour chaque tronçon à capacité limitée. Des difficultés peuvent surgir en cas de modélisation hydraulique pour affecter les débordements et déversement à leurs causes. On pourra alors simuler la résorption de l'une ou l'autre section limitée pour en voir les effets.

Cette méthodologie d'étude des risques de débordement est appliquée pour les dysfonctionnements *Bouchage* (critères I-R/NUH4/DEB/BOU) et *Réduction de la capacité hydraulique* (critère R/NUH5/DEB-TP/HYD).

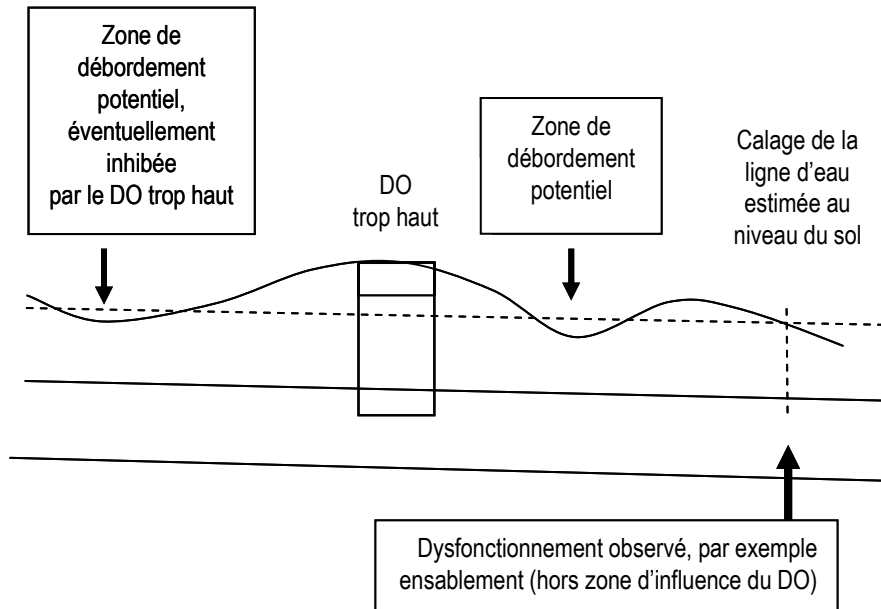


Figure 44 : exemple de détection de zones de débordements potentiels et d'application de règles d'inhibition

**ANNEXE 6. CORRESPONDANCE ENTRE LA NORME
NF EN 13508-2 (SYSTÈME DE CODAGE DES INSPECTIONS
VISUELLES) ET LE GLOSSAIRE DE L'AGHTM**

Cette annexe s'appuie sur les travaux du Groupe de Travail « Réhabilitation des réseaux » de la commission Assainissement de l'ASTEE.

La série de normes NF EN 13508 "*État des réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments*" comprend deux parties :

La partie 1 précise les exigences générales (NF EN 13508-1, mai 2004, 20p.)

La partie 2 (NF EN 13508-2, sept. 2003, 124 p.) s'applique à « *la détermination de l'état des réseaux d'évacuation et d'assainissement par inspection, codification de l'état et prise en compte de facteurs extérieurs et d'autres informations, en définissant un système de codage pour la description de l'état interne des réseaux, des regards de visite et des chambres d'inspection* ».

Le texte indique que, pour plus de renseignements sur la réalisation de l'inspection visuelle, il convient de se référer, jusqu'à ce que des normes européennes exhaustives soient disponibles, aux documents nationaux énumérés à *l'annexe informative H*. Parmi ceux-ci figure celui qui faisait jusqu'alors référence en France en matière d'inspection télévisée des réseaux d'assainissement : la partie A des 3R'98 (AGHTM, 1998).

Cette annexe se propose d'informer sur le contenu des nouvelles normes et d'aider à leur usage²⁰ en précisant les correspondances avec le glossaire des défauts inclus dans les 3R'98 actuellement couramment utilisé par les bureaux de contrôle et les gestionnaires de réseaux français²¹.

²⁰ Afin de permettre la modification des données existantes et des logiciels de traitement des données conformément aux nouvelles normes, ainsi que la formation du personnel d'inspection, une période de transition de trois ans est accordée pour le retrait des normes nationales en contradiction et leur mise en application effective.

²¹ Il est rappelé que les normes sont strictement descriptives d'observations, sans aucun complément analytique ni approche pathologique et qu'elles s'appliquent à des réseaux de tous matériaux, de toutes dimensions, réhabilités ou non.

Suivant les recommandations de la norme NF EN 752-5 concernant l'utilisation d'un système de codage type uniforme afin de garantir la comparabilité des résultats obtenus par inspections visuelles, la partie 2 de la norme NF EN 13508 définit un système pour enregistrer de manière objective les informations visuelles de l'inspection.

Les informations codées peuvent être utilisées dans l'un des objectifs suivants :

- évaluer les problèmes de fonctionnement dans le cadre du développement d'un plan de réhabilitation [cf. § 7 de la norme NF EN 752-5] ;
- fournir des informations destinées à être utilisées dans la planification des activités de maintenance, par exemple, les programmes de nettoyage des collecteurs [cf. § 6 de la norme NF EN 752-7] ;
- étudier les problèmes de maintenance ou de fonctionnement spécifiques [cf. § 8 de la norme NF EN 752-7] ;
- enregistrer les données d'inventaire [cf. § 7 de la norme NF EN 752-5].

Le système de codage est spécifié pour les branchements et les collecteurs d'une part, pour les regards de visite et les boîtes d'inspection ou de branchement d'autre part. Des photographies couleur montrant des exemples de certaines observations sont incluses afin d'illustrer l'utilisation des systèmes de codage.

Chaque observation est décrite au moyen d'un code principal composé de trois lettres et d'informations supplémentaires. La première lettre du code principal décrit l'application du code, la seconde lettre indique le type de code, la troisième lettre détermine l'observation spécifique.

Pour les branchements et collecteurs, chaque observation doit être enregistrée à l'aide d'un code principal décrivant sommairement l'observation, accompagné le cas échéant des informations supplémentaires suivantes : caractérisation, quantification, emplacement circconférentiel, assemblage (si l'observation est associée à un assemblage), emplacement longitudinal, référence de photographie, référence de vidéo et remarques (texte décrivant les aspects de l'observation ne pouvant être décrits d'une autre manière).

Le tableau 6-1 précise à quoi se rapportent les deux premières lettres du codage.

En préliminaires, il est à remarquer que :

- la norme ne contredit pas le glossaire AGHTM, elle le complète. Sur quelques points, les descriptions françaises sont plus complètes que la norme, il sera toujours possible de les conserver : *on ne peut faire moins que la norme mais (en prenant garde de ne pas la contredire), on peut faire plus* ;
- la norme ne remet pas en cause un système de codage national qui n'existe pas ;
- le niveau de détail à inclure au rapport d'inspection est laissé « à la discrétion de l'autorité responsable » (en l'occurrence le maître d'ouvrage) ;
- les utilisateurs devront « suivre une formation complète ».

Le tableau 6-2 permet d'établir les correspondances entre le nom des défauts décrits dans le glossaire des 3R'98 et le codage selon la nouvelle norme.

Un certain nombre d'erreurs ou imprécisions de traduction de la version originale établie en anglais (coquille, erreur ou emploi de termes impropres à l'usage pratique en France) qui peuvent nuire à la compréhension et qui ne pouvaient être précisées dans le tableau 6-2 sont consignées dans le tableau 6-3.

Enfin le tableau 6-4 regroupe des commentaires sur les observations faites sur les regards de visite et boîtes d'inspection ou de branchement que ne traitait pas le glossaire.

Tableau 6-1 : signification des 2 premières lettres du codage NF EN 13508-2

Détails se rapportant à ...	Codes	N° du tableau dans la norme
Branchements et collecteurs :		
lieu d'inspection	AA...	C.1
détails concernant l'inspection	AB...	C.2
détails de la canalisation	AC...	C.3
autres informations (précipitations, etc.)	AD...	C.5
modifications des intitulés de rubrique en cours d'inspection	AE...	C.6
Canalisations :		
structure	BA...	4
fonctionnement	BB...	5
inventaire	BC...	6
autres	BD...	7
Regards de visite et chambres d'inspection :		
lieu d'inspection	CA...	D.1
détails concernant l'inspection	CB...	D.2
détails de l'ouvrage	CC...	D.3
autres informations	CD...	D.4
modifications des intitulés de rubrique en cours d'inspection	CE...	D.5
Regards de visite et chambres d'inspection :		
structure	DA...	10
fonctionnement	DB...	11
inventaire	DC...	12
autres	DD...	13

Tableau 6-2 : correspondances entre le nom des défauts décrits dans le glossaire des 3R'98 et le codage selon la nouvelle norme

Nom selon le glossaire 3R'98	Code norme NF EN 13508-2	Commentaires
ASSEMBLAGES		Noter l'importance à accorder à l'emplacement circonférentiel
emboîtement <i>insuffisant</i>	BAJ-A	
emboîtement <i>désaligné (désaxé)</i>	BAJ-C	
emboîtement <i>décentré (horizontalement et/ou verticalement)</i>	BAJ-B	
déboîtement <i>longitudinal</i>	BAJ-A	
déboîtement <i>désaligné (désaxé) (horizontal et/ou vertical)</i>		Association de défauts non reprise dans la norme
déboîtement <i>décentré (horizontal et/ou vertical)</i>		Association de défauts non reprise dans la norme
déviatation angulaire	BAJ-C	
épaufure	BAF-Z	Non repris explicitement dans la norme
joint défectueux (<i>élastomère</i>)	BAI-A-A BAI-A-B	A (anneau d'étanchéité) désigne joint élastomère ou préformé. Coder ZA pour joint mortier et ZZ pour autre joint joint resté dans l'emboîture joint sorti de son logement et joint pendant BAI-C et D absents du glossaire
joint défectueux (<i>mortier, corde imprégnée...</i>)	BAI-Z	
bague de butée défectueuse	BBE-E	Non repris explicitement dans la norme (n'est pas un système d'étanchéité)
DEFORMATIONS	BAA	Il est recommandé à l'autorité responsable de ne pas limiter l'usage de ce code à certains types de tuyaux (par ex. une ovalisation accompagnée de fissures peut être décrite avec plusieurs codes : BAA complété par BAB ou BAC). La quantification correspond à l'ovalisation selon le fascicule 70 nouvelle version et à la méthode de calcul du 3R'98.
effondrement <i>partiel</i>	BAC-B	
effondrement <i>total</i>	BAC-C	

Nom selon le glossaire 3R'98	Code norme NF EN 13508-2	Commentaires
écrasement (<i>vertical ou latéral</i>)	BAA-AouB selon le sens	Glossaire : uniquement pour canalisations rigides (à n'utiliser qu'associé à des fissures)
affaissement de voûte	BAA-A	
ovalisation	BAA-AouB selon le sens	Glossaire : uniquement pour canalisations déformables
éclatement	BAB-B-C ou-C-C suivant le cas	Éventuellement avec rejet : -BAC
perforation	BAC-B	
poinçonnement	BAC-A	
ETANCHEITE	BBF	Traduire « water » simplement par « eau ».
suintement	BBF-A , éventuellement BAN	BBF-B absent du glossaire
infiltration	BBF-C	BBF-D jaillissement
concrétions	BBB-A	Si le matériau est à base de liant hydraulique, le préciser en Z
exfiltration (fuite)	BBG	
FISSURES	BAB ²²	BAB : Quantification : compléter la largeur par la longueur selon les mêmes modalités que la quantification de BAC (rupture/effondrement).
fissure <i>longitudinale fermée</i>	BAB-B-A BAB-B-A -BAC	Sans rejet Avec rejet
fissure <i>longitudinale ouverte (cassure) avec ou sans rejet</i>	BAB-C-A*	*ajouter –BAC avec rejet
fissure <i>transversale fermée (circulaire)</i>	BAB-B-B*	
fissure <i>transversale (circulaire) ouverte (cassure) avec ou sans rejet</i>	BAB-C-B*	
fissure <i>biaise fermée</i>	BAB-B-D*	D : hélicoïdal ou biaise
fissure <i>biaise ouverte (cassure) avec ou sans rejet</i>	BAB-C-D*	

²² "A" est absent du glossaire (microfissure) : l'observation de microfissures (notamment le faïencage) est mieux décelable à l'œil nu qu'à l'aide d'une caméra vidéo.

Nom selon le glossaire 3R'98	Code norme NF EN 13508-2	Commentaires
fissures multiples fermées	BAB-B-C*	
fissures multiples ouvertes (cassures) avec ou sans rejet	BAB-C-C*	
GEOMETRIE		
changement de section	BDB	à indiquer en remarque
profil en long - (modification du)	BCC-A ou B (2) suivant le sens	
profil en long (contre-pente) (flache) ²³		Non repris explicitement dans la norme
profil en plan (modification angulaire)	BCC-A ou B suivant le sens	La traduction littérale ne correspond pas aux définitions en usage dans la profession. Code principal : il s'agit d'un changement de direction qu'il conviendrait de traduire par « <i>modification générale d'orientation</i> » Caractérisation 1 : il convient de remplacer « <i>orientation horizontale de la courbure</i> » par « <i>modification d'orientation en plan</i> » Caractérisation 2 : il convient de remplacer « <i>orientation verticale de la courbure</i> » par « <i>modification du profil en long</i> ».
coude ²⁴		Non repris explicitement dans la norme
INTRADOS		
corrosion partielle (en radier / en voûte)	BAF-ABCDE ou J-B	
corrosion totale	BAF-ABCDE ou J-B	
abrasion - partielle ou totale	BAF-ABCD ou E-A	
armatures visibles	BAF-FG ou H-B ou A	

²³ La caractérisation de ce défaut fonctionnel n'apparaissant pas explicitement, il est proposé d'utiliser les deux codages BCC (caractérisation 2) et BDD. Pour le mode de quantification angulaire : si on ne dispose pas d'un inclinomètre associé à la caméra vidéo (qui permet une mesure directe), on mesure BDD et la distance de BCC 2B ou 2A (jusqu'au point où BDD est maximal).

²⁴ Les courbures importantes du collecteur sont qualifiées de coudes (pièces préfabriquées).

Nom selon le glossaire 3R'98	Code norme NF EN 13508-2	Commentaires
dégradation du revêtement ²⁵	BAK-ABCDE ou Z-AB ou C	
défaut d'aspect	BAF-Z-Z	
OBSTRUCTIONS ET OBSTACLES		
dépôt de <i>sédiments</i>	BBC-A ou B suivant le cas	
dépôt -de <i>résidus de chantier (coulis / béton / blocs)</i>	BBC-C	
dépôt de <i>graisses</i>	BBB-B	BBB-C absent du glossaire
dépôt de <i>concrétions</i>	BBB-A	
racines et radicelles avec obstruction <i>partielle ou totale</i>	BBA-A ou C suivant le cas BBA-B ou C	Radicelles
branchement pénétrant	BAG	complété par BCA-ABCDEF ou Z-A ou B suivant le cas
pénétration d'élément extérieur	BBE-A à G suivant le cas	BBD absent du glossaire nettement moins précis BBE : bague de butée apparente codée en E Code F : il s'agit d'un obstacle traversant en provenance d'un raccordement
masque <i>partiel ou total</i>	BBE-H	
RACCORDEMENTS DE BRANCHEMENT		
raccordement <i>direct</i>	BCA-DouE-AouB	Préciser en Z : raccord de piquage carotté ou buriné de type : par tulipe, clips ou bague élastomère, regard non visitable dit borgne.
raccordement <i>en retrait</i>	BAH-B ²⁶	BAH (raccordement défectueux) : La qualification « incorrecte » de la position fait référence au fascicule 70 ou au règlement sanitaire local. On précisera en Z le type d'incorrection (décentré, à contresens, en chute,...) ou si renformi défectueux, mal découpé,...

²⁵ BCB : si B (revêtement localisé), le défaut de revêtement (BAK) complète la réparation défectueuse (BAL), BCB B : par ex. chemisage partiel.

²⁶ Remplacer la définition de B par « en retrait » et la définition de C par « partiellement en retrait ».

-A,D et E absents du glossaire

BAH-E : remplacer « obturé » par « bouché ».

Nom selon le glossaire 3R'98	Code norme NF EN 13508-2	Commentaires
raccordement <i>pénétrant</i>	BAG	
raccordement avec <i>percement mal découpé</i>	BAH	Le préciser en Z
raccordement <i>mal renformi</i>	BAH	Le préciser en Z
raccordement <i>en contre sens</i>	BAH	Le préciser en Z
raccordement avec <i>chute</i>	BAH	Le préciser en Z

Les défauts codés dans la nouvelle norme et absents du glossaire sont les suivants :

- BAD : ouvrages en maçonnerie ;
- BAL : réparation défectueuse ;
- BAM : défaut de soudage ;
- BAO : sol visible par le défaut ;
- BAP : vide visible par le défaut ;
- BAK : défaut de revêtement (norme beaucoup plus précise que le glossaire).

Tableau 6-3 : erreurs ou imprécisions de traduction préjudiciables à la compréhension de la norme NF EN 13508-2

Rubriques :	Commentaires :
Titre de couverture	Remplacer « condition » par « état »
Note générale	<i>Inspection chamber</i> est traduit littéralement par chambre d'inspection. Or l'expression signifie « boîte d'inspection » quand le composant est situé sur un collecteur et « boîte de branchement » sur un branchement. Il est proposé la traduction de « boîte d'inspection ou de branchement » partout dans le texte.
3.1	Remplacer « couvercle » par « tampon »
3.19	Remplacer « pierre » par « pièce »
3.2 et 3.28	Confusion entre 3.2 et 3.28. Ils correspondent respectivement aux 3.34 et 3.33 de la norme EN 752-1 :1995, dont il convient de reprendre exactement les définitions.
Figure 3	Il y a inversion de légende des 2 premiers croquis de référence horaire. Le premier à gauche s'appelle : 09 03 et le deuxième 03 09
Figure 4	Il faut inverser « 6h » et « midi ».
ACE et AEE	Traduire selon la terminologie normalisée (cf. NF EN 13566-1) à savoir (C) : chemisage continu polymérisé en place, (E) : tubage par tuyaux courts avec espace annulaire, (F) : tubage par tuyau continu avec espace annulaire, (G) : tubage par tuyau continu sans espace annulaire, (H) : tubage par enroulement hélicoïdal avec espace annulaire

Rubriques :	Commentaires :
BDD et BDE	Lire effluent trouble ou coloré (pour <i>discoloured</i>)
DAR E	Cadre descellé
DCA D	Chute accompagnée interne (<i>internal drop pipe</i>)
DCA E	Chute accompagnée inclinée (<i>ramp connection</i>)
DCL	Dénomination « canalisation scellée à travers le regard » à remplacer par « canalisation traversant le regard » et description par « Présence d'une canalisation traversant le regard de visite ou la boîte d'inspection »
DCM	Remplacer « godet » par « panier »
DCN	Remplacer l'appellation « Bassin collecteur de vase sur le radier » par « Ouvrage de décantation en radier ». Description : « Présence d'un ouvrage de décantation sur le radier du regard de visite ou de la boîte d'inspection ou de branchement ». Caractérisation : remplacer « bassin » par « ouvrage ».

Tableau 6-4 : regards de visite et chambres d'inspection
(boîtes d'inspection ou de branchement)

Rubriques	Commentaires
	Les contenus des codes relatifs à la structure sont pour la plupart identiques à ceux des branchements et collecteurs (DXX au lieu de BXX), les remarques faites à leur propos s'appliquent donc.
DAH	Préciser en Z si absence ou état défectueux de la canne de sécurité
DAR	Indiquer en Z si cadre déplacé (par rapport à l'axe du regard) - si tampon recouvert (inaccessible) - si les dimensions du tampon sont inadaptées à celles du regard
DBE	Par ex. le code H est à utiliser pour un batardeau, F pour une conduite traversante en provenance d'un branchement
DCA B	Il s'agit d'une chute libre dans la cunette
DCG	Peut y être associé le code DAH si raccordement défectueux
DCL	Il convient d'utiliser les codes DCA et DCG pour signaler les raccordements au regard de visite ou à la boîte d'inspection, à chaque extrémité de la canalisation
DDD	Ont été oubliés caractérisation et quantification, y compris dans la version anglaise (relativement à BDD).

Page gauche blanche

ANNEXE 7. LES INDICATEURS DE PERFORMANCE PROPOSÉS PAR L'IWA (*INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION*) ET PAR LE PROJET EUROPÉEN CARE-S

Nous proposons ici une présentation synthétique des **indicateurs de performance** en relation avec la question de la **réhabilitation** des réseaux d'assainissement, qui ont été élaborés par l'IWA (Matos *et al.*, 2003) ou dans le cadre du projet de recherche européen CARE-S (*Computer Aided Rehabilitation of Sewer networks*) (Matos *et al.*, 2004).

Au cours du projet CARE-S, les indicateurs proposés par l'IWA ont donné lieu à un examen critique et à une sélection des indicateurs les plus pertinents. Quelques indicateurs complémentaires ont également été proposés. Ces propositions ont été évaluées (Matos *et al.*, 2004) par 20 gestionnaires européens participant au projet CARE-S : Trondheim, Bergen, Baerun, Stavanger, Oslo (Norvège), Siurliai (Lituanie), Aalborg (Suède), Severn-Trent (GB), Nantes (France), Dresden (Allemagne), Budapest et Budapest Vaziviz (Hongrie), Brno (République Tchèque), AGAC, AMAP et ACOSEA (Italie), Clabsa Barcelone (Espagne), Oeiras-Amadora (Portugal), Newcastle et Melbourne (Australie).

Dans les tableaux 7-1 à 7-5 proposés ci-dessous (Matos *et al.*, 2004), sont indiqués, pour chaque indicateur, le code correspondant au système d'indicateurs de l'IWA et le code correspondant au système d'indicateurs de CARE-S. Le tableau 7-6 fournit la définition précise des indicateurs définis par l'IWA.

Ces indicateurs portent essentiellement sur **l'ensemble d'un réseau** ou sur une partie du réseau, et sont plus rarement applicables à un tronçon particulier. Exprimés sous la forme de ratios, par exemple un nombre d'évènements (bouchages, etc.) pour 100 km de réseau, ces indicateurs offrent une **synthèse** des données disponibles et constituent des bilans quantitatifs. Ils correspondent à un **tableau de bord** permettant, par exemple, de mettre en évidence des questions prioritaires, de suivre l'évolution des performances au cours des années et de mesurer les gains apportés par une politique d'entretien et/ou de réhabilitation.

Cette approche synthétique est donc complémentaire de l'approche proposée dans le présent guide : approche analytique, visant à identifier les éléments du patrimoine qui contribuent le plus aux pertes de performance du réseau, afin d'aider le gestionnaire à construire ses programmes d'investigations et ses programmes de réhabilitations.

Tableau 7-1 : aspects environnementaux (sEn)

Care-S	IWA	Indicateurs relatifs aux déversements et aux solides extraits par curage
sEn1	wEn3	Overflow discharge frequency (Nr/overflow device/year)
sEn2	wEn4	Overflow discharge volume (m ³ /overflow device/year)
sEn3	-	Duration of overflow discharge (hours/overflow device/year)
sEn4	wEn5	Overflow discharge related to rainfall (%/year)
sEn5	wEn12	Sediments from sewers (ton/km sewer/year)

Tableau 7-2 : fonctionnement du réseau (sPh)

Care-S	IWA	Indicateurs relatifs aux mises en charge
sPh1	wPh5	Surcharging in gravity sewers in dry weather (%)
sPh2	wPh6	Surcharging in gravity sewers in wet weather (%)
sPh3	wPh7	High sewer surcharging (%)

Tableau 7-3 : aspects opérationnels (sOp)

Care-S	IWA	Indicateurs relatifs aux actions de réhabilitation et aux dysfonctionnements
sOp1	wOp2	Sewer cleaning (%/year)
sOp2	wOp21	Sewer rehabilitation (%/year)
sOp3	wOp22	Sewer renovation (%/year)
sOp4	wOp23	Sewer replacement or renewal (%/year)
sOp5	wOp25	Manhole chambers replacement, renewal, renovation or repair (%/year)
sOp6	wOp27	Service connection rehabilitation (%/year)
sOp7	wOp30	Inflow / Infiltration / Exfiltration (I/I/E) (%)
sOp8	wOp31	Inflow (m ³ /km/year)
sOp9	wOp32	Infiltration (m ³ /km/year)
sOp10	wOp33	Exfiltration(m ³ /km/year)
sOp11	wOp34	Sewer blockages (Nr/100 km sewer/year)
sOp12	wOp35	Sewer blockage locations (Nr/100 km sewer/year)
sOp13	-	Repeat sewer blockage locations (Nr/100 km sewer/year)
sOp14	wOp36	Pumping station blockages (Nr/100 km sewer/year)
sOp15	wOp37	Flooding from sanitary or combined sewers (Nr/100 km sewer/year)
sOp16	-	Flooding locations in sanitary or combined sewers (Nr/100 km sewer/year)
sOp17	-	Repeat flooding locations in sanitary or combined sewers
sOp18	wOp39	Surface flooding (Nr/100 km sewer/year)
sOp19	wOp40	Sewer collapses (Nr/100 km sewer/year)

Tableau 7-4 : qualité de service (sQS)

Care-S	IWA	Indicateurs relatifs aux impacts ou aux plaintes
sQS1	wQS10	Flooding affecting properties from sanitary or combined sewers in dry weather (Nr/1000 properties/year)
sQS2	wQS11	Flooding affecting properties from sanitary or combined sewers in wet weather (Nr/1000 properties/year)
sQS3	wQS14	Surface water flooding of properties in wet weather (Nr/1000 properties/year)
sQS4	wQS15	Interruption of wastewater collection and transport services (%)
sQS5	wQS20	Blockage complaints (Nr /1000 inhab./year)
sQS6	wQS21	Flooding complaints (Nr /1000 inhab./year)
sQS7	wQS22	Pollution incidents complaints (Nr /1000 inhab./year)
sQS8	wQS23	Odour complaints (Nr /1000 inhab./year)

Tableau 7-5 : aspects économiques et financiers (SF*i*)

Care-S	IWA	Indicateurs relatifs aux coûts et aux investissements
sFi1	wFi6	Unit total cost per length of sewer (€/km sewer/year)
sFi2	wFi8	Unit running cost per length of sewer (€/km sewer/year)
sFi3	-	Unit running cost for maintenance, cleaning and repair per length of sewer (€/km sewer/year)
sFi4	wFi27	Unit investment (€/km sewer/year)
sFi5	wFi28	Investments for new assets and reinforcement of existing assets (%)
sFi6	wFi29	Investments for asset replacement and renovation (%)

Tableau 7-6 : définition des indicateurs de l'IWA en relation avec la réhabilitation

wEn3 intermittent overflow discharge frequency (No./overflow device/year) (Number of overflow discharges that occurred during the assessment period x 365 / assessment period) / number of overflow devices at the reference date
wEn4 intermittent overflow discharge volume (m3/overflow device/year) (Total volume of overflow discharges that occurred during the assessment period x 365 / assessment period) / number of overflow devices at the reference date
wEn5 intermittent overflow discharge related to rainfall (%/year) Total volume of overflow discharges / rainfall volume x 100, during the assessment period
wEn12 sediments from sewers (ton/km sewer/year) (Drained weight of sediments removed from sewers during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date.
wPh5 surcharging in gravity sewers in dry weather (%) Length of gravity sewer where surcharging has occurred in dry weather during the assessment period / total sewer length at the reference date x 100

<p style="text-align: center;">wPh6</p> <p style="text-align: center;">surcharging in gravity sewers in wet weather (%)</p> <p style="text-align: center;">Length of gravity sewers where surcharging has occurred in wet weather during the assessment period / total sewer length at the reference date x 100</p>
<p style="text-align: center;">wPh7</p> <p style="text-align: center;">high sewer surcharging (%)</p> <p style="text-align: center;">Length of sewer where a high degree of surcharging has occurred in wet weather during the assessment period / total sewer length at the reference date x 100</p> <p style="text-align: center;">(High degree of surcharging means water level at least 0.5 m above the pipe crown.)</p>
<p style="text-align: center;">wOp1</p> <p style="text-align: center;">sewer inspection (%/year)</p> <p style="text-align: center;">(Length of sewers inspected during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date x 100</p>
<p style="text-align: center;">wOp2</p> <p style="text-align: center;">sewer cleaning (%/year)</p> <p style="text-align: center;">(Length of sewers cleaned during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date x 100</p>
<p style="text-align: center;">wOp21</p> <p style="text-align: center;">sewer rehabilitation (%/year)</p> <p style="text-align: center;">(Length of defective sewers rehabilitated during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date x 100</p>
<p style="text-align: center;">wOp22</p> <p style="text-align: center;">sewer renovation (%/year)</p> <p style="text-align: center;">(Length of defective sewers renovated during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date x 100</p>
<p style="text-align: center;">wOp23</p> <p style="text-align: center;">sewer replacement (%/year)</p> <p style="text-align: center;">(Length of sewers replaced (or renewed) during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date x 100</p>
<p style="text-align: center;">wOp25</p> <p style="text-align: center;">manhole chambers replacement, renewal, renovation or repair (%/year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of manhole chambers replaced, renewed, renovated or repaired during the assessment period x 365 / assessment period) / total number of manhole chambers at the reference date x 100</p>
<p style="text-align: center;">wOp27</p> <p style="text-align: center;">service connection rehabilitation (%/year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of service connections replaced or renewed during the assessment period x 365 / assessment period) / total number of service connections at the reference date x 100</p>
<p style="text-align: center;">wOp30</p> <p style="text-align: center;">inflow / Infiltration / exfiltration (I/I/E) (%)</p> <p style="text-align: center;">Volume of water entering sewers, from groundwater and wrong connections less the leakage from sewers into the ground / (collected sewage + inflow + infiltration – exfiltration) x 100, during the assessment period</p>
<p style="text-align: center;">wOp31</p> <p style="text-align: center;">inflow (m3/km/year)</p> <p style="text-align: center;">(Volume of water entering sewers from wrong connections during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date</p>
<p style="text-align: center;">wOp32</p> <p style="text-align: center;">infiltration (m3/km/year)</p> <p style="text-align: center;">(Volume of water entering sewers from groundwater during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date</p>

<p style="text-align: center;">wOp33 exfiltration (m³/km/year)</p> <p style="text-align: center;">(Volume of leakage from sewers into the ground during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date</p>
<p style="text-align: center;">wOp34 sewer blockages (No./100 km sewer/year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of blockages in sewers that occurred during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date x 100</p>
<p style="text-align: center;">wOp35 sewer blockage locations (No./100 km sewer/year)</p> <p style="text-align: center;">Number of individual locations in sewers where blockages occurred during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date x 100</p>
<p style="text-align: center;">wOp37 flooding from sanitary sewers (No./100 km sewer/year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of flooding incidents related to sanitary sewers during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date x 100</p>
<p style="text-align: center;">wOp38 flooding from combined sewers (No./100 km sewer/year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of flooding incidents related to combined sewers during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date x 100</p>
<p style="text-align: center;">wOp39 surface flooding (No./100 km sewer/year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of surface flooding incidents during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date x 100</p>
<p style="text-align: center;">wOp40 sewer collapses (No./100 km sewer/year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of sewer collapses during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date x 100</p>
<p style="text-align: center;">wQS10 flooding of properties from sanitary sewers in dry weather (n.^o/1000 properties/year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of properties affected by flooding from sanitary sewers in dry weather, during the assessment period x 365 / assessment period) / number of connected properties at the reference date x 1000</p>
<p style="text-align: center;">wQS11 flooding of properties from sanitary sewers in wet weather (n.^o/1000 properties/year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of properties affected by flooding from sanitary sewers in wet weather, during the assessment period x 365 / assessment period) / number of connected properties at the reference date x 1000</p>
<p style="text-align: center;">wQS12 flooding of properties from combined sewers in dry weather (n.^o/1000 properties/year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of properties affected by flooding from combined sewers in dry weather, during the assessment period x 365 / assessment period) / number of connected properties at the reference date x 1000</p>
<p style="text-align: center;">wQS13 flooding of properties from combined sewers in wet weather (n.^o/1000 properties/year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of properties affected by flooding from combined sewers in wet weather, during the assessment period x 365 / assessment period) / number of connected properties at the reference date x 1000</p>

<p style="text-align: center;">wQS14</p> <p style="text-align: center;">surface water flooding of properties in wet weather (n.^o/1000 properties/year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of properties affected by surface flooding in wet weather, during the assessment period x 365 / assessment period) / number of connected properties at the reference date x 1000</p>
<p style="text-align: center;">wQS15</p> <p style="text-align: center;">interruption of wastewater collection and transport services (%)</p> <p style="text-align: center;">Sum, for the assessment period, of the number of properties affected by service interruption multiplied by the respective duration of interruptions in hours / (number of connected properties at the reference date x 24 x assessment period) x 100</p>
<p style="text-align: center;">wQS20</p> <p style="text-align: center;">blockage complaints (No. /1000 inhab./year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of complaints as a result of blockages, during the assessment period x 365 / assessment period) / resident population at the reference date x 1000</p>
<p style="text-align: center;">wQS21</p> <p style="text-align: center;">flooding complaints (No. /1000 inhab./year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of complaints as a result of flooding, during the assessment period x 365 / assessment period) / resident population at the reference date x 1000</p>
<p style="text-align: center;">wQS22</p> <p style="text-align: center;">pollution incidents complaints (No. /1000 inhab./year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of complaints as a result of pollution incidents, during the assessment period x 365 / assessment period) / resident population at the reference date x 1000</p>
<p style="text-align: center;">wQS23</p> <p style="text-align: center;">odour complaints (No. /1000 inhab./year)</p> <p style="text-align: center;">(Number of complaints as a result of odours, during the assessment period x 365 / assessment period) / resident population at the reference date x 1000</p>
<p style="text-align: center;">wFi6</p> <p style="text-align: center;">unit total cost per length of sewer (€/km sewer/year)</p> <p style="text-align: center;">(Running costs plus capital costs, related to wastewater treatment and sewer system, during the assessment period) x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date.</p>
<p style="text-align: center;">wFi8</p> <p style="text-align: center;">unit running cost per length of sewer (€/km sewer/year)</p> <p style="text-align: center;">(Running costs related to sewer system, during the assessment period) x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date.</p>
<p style="text-align: center;">wFi27</p> <p style="text-align: center;">unit investment (€/km sewer/year)</p> <p style="text-align: center;">(Cost of investments during the assessment period x 365 / assessment period) / total sewer length at the reference date</p>
<p style="text-align: center;">wFi28</p> <p style="text-align: center;">investments for new assets and reinforcement of existing assets (%)</p> <p style="text-align: center;">(Cost of investments for new assets and reinforcement of existing assets / total cost of the investments x 100, during the assessment period)</p>
<p style="text-align: center;">wFi29</p> <p style="text-align: center;">investments for asset replacement and renovation (%)</p> <p style="text-align: center;">(Cost of investments for the replacement and renovation of existing assets / total cost of the investments x 100, during the assessment period)</p>

LISTE DES ABRÉVIATIONS UTILISÉES

BV	B assin V ersant
C	indicateur C omposite
E/O	dysfonctionnement E stimé à partir d' O bservation
E/R	dysfonctionnement E stimé à partir de facteurs de R isque
EDS	É tat D e S anté
EPI	E aux P arasites d' I nfiltration
I / ...	critère d' I nspection
O	dysfonctionnement O bservé
R / ...	critère de R éhabilitation
STEP	S tation d' É purat I on
T	Tronçon
V	indicateur de V ulnérabilité

Codes des dysfonctionnements

ABR	dégradation de la conduite par Abrasion/érosion
ATC	dégradation de la conduite par Attaque Chimique
BOU	Bouchage
DEB	Débordement DEB-TS : Débordement de Temps Sec,
DEB	DEB-TP : Débordement de Temps de Pluie
DEV	Déversement DEV-TS : Déversement de Temps Sec
DEV	DEV-TP : Déversement de Temps de Pluie
DSC	Dégradation du complexe Sol-Conduite
EFF	altération de l'intégrité structurale - Effondrement.
ENS	Ensemblement
EXF	Exfiltration
HYD	réduction de la capacité Hydraulique
INF	Infiltration
RAC	dégradation de la conduite par pénétrations de Racines

Codes des impacts

CDV	Coût de la réduction de la durée de vie des ouvrages, et surcoût des interventions curatives par rapport à des interventions préventives ou proactives.
CXR	Surcoûts d'exploitation du réseau, y compris le coût de la réduction de la durée de vie des équipements ;
CXS	Surcoûts d'exploitation de la station d'épuration, y compris le déficit d'aides publiques ;
DOB	Dommages au bâti, y compris infiltrations en cave ;
NUH	Nuisances « hydrauliques » : interruption de service, odeurs, inondations, en domaine privé ou sur la voie publique ;
POL	Pollution des eaux de surface, par débordements, surverses, ou perturbation des filières d'épuration ;
PON	Pollution des sols et des eaux souterraines ;
TRA	Nuisances diverses (y compris celles qui sont dues aux opérations d'exploitation) : perturbation du trafic (hors inondations), bruit, accès aux commerces ;

Page gauche blanche

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

OUVRAGES GÉNÉRAUX – DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- AFNOR (1999). *Ouvrages d'assainissement. Volume 1 : Mise en oeuvre. Ouvrages annexes. Volume 2 : Canalisations d'assainissement. Normes applicables au fascicule 70*. Paris (France) : AFNOR, 1480p. ISBN : 2-12-131621-3
- AGHTM (1998). *Recommandations pour la réhabilitation des réseaux d'assainissement. TSM – Techniques Sciences Méthodes*, Hors Série, CD-Rom.
- AGHTM (1999). *Les ouvrages d'assainissement non visitables : fiches pathognomoniques. TSM – Techniques Sciences Méthodes*, octobre 1999 : 23-90.
- ASTEE (2004). *Recommandations pour la réalisation des contrôles préalables à la réception des travaux de réhabilitation des réseaux d'assainissement. TSM – Techniques Sciences Méthodes*, février 2004 : 37-57.
- ASTEE (2004). *Inspection visuelle des réseaux d'assainissement : des recommandations à la normalisation. TSM – Techniques Sciences Méthodes*, juillet-août 2004 : 33-39.
- Bertrand-Krajewski J-L, Laplace D, Joannis C, Chebbo G (2000). *Mesures en hydrologie urbaine et assainissement*. Paris (France) : Lavoisier Tec&Doc, 793p. ISBN : 2-7430-0380-4.
- CERTU (Coord.) (2003). *La ville et son assainissement. Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau*. Lyon (France) : CERTU, 2003. ISBN : 2-11-093143-4.
- Chocat B (coord.) (1997). *Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement*. Paris (France) : Lavoisier Tec&Doc, 1136p. ISBN 2-7430-0126-7.
- FSTT (1998). *Outils d'auscultation pour les canalisations non visitables. Guide et recommandations*. F.S.T.T. – Atelier « Auscultation et diagnostic » / Ministère de l'Équipement, novembre 1998, 58p.
- Matos R, Cardoso A, Ashley R, Duarte P, Molinari A, Schulz A (2003). *Performance Indicators for Wastewater Services*. IWA (International Water Association) Manual of best practice. London (UK) : IWA Publishing, 192 p. ISBN : 1900222906.
- NF X 60-010 (1994). *Maintenance - Concepts et définitions des activités de maintenance*. Paris (France) : AFNOR, décembre 1994, 28p.
- NF EN 752-1 (1996). *Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments. Partie 1 : généralités et définitions*. Paris (France) : AFNOR, avril 1996, 12p.

- NF EN 752-2 (1996). *Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments. Partie 2 : prescriptions de performances*. Paris (France) : AFNOR, novembre 1996, 24p.
- NF EN 752-3 (1996). *Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments. Partie 3 : établissement de l'avant-projet*. Paris (France) : AFNOR, novembre 1996, 28p.
- NF EN 752-4 (1997). *Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments. Partie 4 : conception hydraulique et considérations liées à l'environnement*. Paris (France) : AFNOR, novembre 1997, 40p.
- NF EN 752-5 (1997). *Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments. Partie 5 : réhabilitation*. Paris (France) : AFNOR, décembre 1997, 36p.
- NF EN 752-7 (1998). *Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments. Partie 7 : entretien et exploitation*. Paris (France) : AFNOR, décembre 1998, 33p.
- NF EN 13508-1 (2002). *État des réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments. Partie 1 : exigences générales*. Paris (France) : AFNOR, mai 2004, 13p.
- NF EN 13508-2 (2003). *Condition des réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments. Partie 2 : système de codage de l'inspection visuelle*. Paris (France) : AFNOR, septembre 2003, 124p.
- NF P15-900-1 (2000). *Services publics locaux. Lignes directrices pour les activités de service dans l'alimentation en eau potable et dans l'assainissement. Partie 1 : service à l'utilisateur*. Paris (France) : AFNOR, juillet 2000, 41p.
- NF P15-900-2 (2001). *Services publics locaux. Lignes directrices pour les activités de service dans l'alimentation en eau potable et dans l'assainissement. Partie 2 : gestion d'un réseau d'assainissement*. Paris (France) : AFNOR, mars 2001, 44p.
- RERAU (1998). *Méthodologie de programmation de réhabilitation des collecteurs visitables*. Paris (France) : Ministère de l'Équipement / DRAST / Projet National RERAU, 68 p. + annexes.
- RERAU (2002). *Restructuration des collecteurs visitables – Guide technique, tome 1*. Paris (France) : Lavoisier Tec&Doc, 152 p. ISBN : 2-7430-0549-1.
- RERAU (2004). *Restructuration des collecteurs visitables – Guide technique, tome 2*. Paris (France) : Lavoisier Tec&Doc, 250 p. ISBN : 2-7430-0583-1.
- WRc (1994). *Sewerage Rehabilitation Manual. Third edition. Vol. 1 - Rational Approach, Vol. 2 - Planning, Vol. 3 - Sewer renovation*. Swindon (UK) : WRc., 328 p.
- Zwingelstein G (1996). *La maintenance basée sur la fiabilité*. Paris (France) : Hermes, 666p.

AUTRES DOCUMENTS

- Ashley R, Hopkinson P (2002). Sewer systems and performance indicators: into the 21st century. *Urban Water*, 4 : 123-135.
- Baur R, Herz R (2002). Selective inspection planning with aging forecast for sewer types. *Water Science & Technology*, 46 : 389-396.

- Bennis S, Bengassem J (1997). Diagnostic hydraulique des réseaux d'assainissement. *Vecteur Environnement*, **32** : 34-45.
- Bennis S, Bengassem J (2000). Système d'aide au diagnostic des réseaux d'assainissement urbains. In : Mangin J-C, Miramond M (Ed.). *Proceedings of DMUCE'2000 – Decision Making in Urban & Civil Eng.* (ISBN : 2-868-34-117-9) : 83-91.
- Berger C, Wittner A (2002). Zustand der Kanalisation in Deutschland – Ergebnisse ATV-DVGW-Umfrage 2001. *Korrespondenz Abwasser*, KA3, 2002 : 302-308.
- Berland J-M, Juery C (2002). *Inventaire et scénario de renouvellement du patrimoine d'infrastructures des services publics d'eau et d'assainissement. Étude réalisée par l'OIEau à l'initiative de la Direction des Études Économiques et de l'Évaluation Environnementale (D4E) du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable.* Limoges (France) : Office International de l'Eau. Disponible sur <<http://www.oieau.fr/eaudoc/pdf/final.V9.PDF>> (consulté le 4/11/2003).
- Boinel G (1995). *Le vieillissement des réseaux d'assainissement. Étude de la dégradation. Méthodologie d'analyse de l'état des canalisations pour l'élaboration d'un modèle de prévision.* Mémoire de fin d'études : ENGEES Strasbourg, UMR Gestion des Services Publics, 111p. + annexes.
- Cherguy S (1996). *Le vieillissement des réseaux d'assainissement.* Mémoire de CES Mastère « Eau potable et assainissement », ENGEES Strasbourg, Sept. 1996, 57p.
- De Bénédittis J (2004). *Mesurage de l'infiltration et de l'exfiltration dans les réseaux d'assainissement.* Thèse de Doctorat, INSA de Lyon - Unité de Recherche Génie Civil, avril 2004, 330p.
- Emery B (1998). The situation in England and Wales from the regulatory perspective. In : *Urban underground water and waste-water infrastructure: identifying needs and problems.* Proceedings of the COST Action C3 Workshop, 18-19 June 1996, Brussels, 13-21.
- Guérin-Schneider L (2001). *Indicateurs de performance des services d'eau et d'assainissement dans le cadre du suivi par les collectivités (Document annexe à la thèse : Introduire la mesure de performance dans la régulation des services d'eau et d'assainissement en France - Instrumentation et Organisation).* Montpellier (France) : ENGREF/GEA, janvier 2001, 57p.
- Hubert G, Ledoux B (1999). *Le coût du risque... L'évaluation des impacts socio-économiques des inondations.* Paris (France) : Presses de l'ENPC, 231 p.
- Jenicek M, Cleroux R (1987). *Epidémiologie. Principes - Techniques - Applications.* St. Hyacinthe (Québec) : Edisem, 4^e tirage, 1987.
- Joannis C (1994). Précision des estimations de débits d'eaux parasites d'infiltration dans les réseaux de collecte des eaux usées. Influence des erreurs de mesure et de la méthode de calcul. *Bulletin de liaison du LCPC*, janvier-février 1994 : 71-87.
- Laffrêchine K (1999). *Base de données urbaines pour la gestion des réseaux d'assainissement non visitables.* Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I, 263p.

- Le Gat Y (2003). Vers une maintenance et une réhabilitation proactive des systèmes d'assainissement : le projet CARE-S. *Actes de la conférence internationale EWA-ASTEE « Exploitation et maintenance des réseaux d'eau potable et d'assainissement »*. Paris (France), 4-5 décembre 2003.
- Le Gauffre P, Laffréchine K, Baur R, Poinard D, Haidar H, Schiatti M (2004). Aide multicritère aux décisions de réhabilitation d'un réseau d'eau potable. *XXII^{èmes} Rencontres Universitaires de Génie Civil 2004 – Université de Marne-la-Vallée*. Actes sur CD-ROM.
- Matos R, Cardoso A, Pinheiro I, Almeida M (2004). Definition and pilot testing of a control panel of performance indicators for sewer systems rehabilitation. *Actes de NOVATECH 2004. 5th International Conference on Sustainable Techniques and Strategies in Urban Water Management*. Lyon, 7-9 juin 2004. Villeurbanne (France) : GRAIE, 1633-1640.
- Maystre L-Y, Pictet J, Simos J (1994). *Méthodes multicritères ELECTRE. Description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale*. Lausanne (CH) : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 323 p.
- OFWAT (2000). *Serviceability of the water main and sewer networks in England and Wales up to March 1999*. Information Note N°35A – March 2000, OFWAT.
- Rebeix G (2002). Les évolutions récentes de l'assainissement. *Les données de l'environnement*, août-septembre 2002, n°76. Orléans (France) : IFEN.
- Renault D (1983). Les eaux claires parasites dans les réseaux d'assainissement (réseaux unitaires). Impact et économie dans le traitement. *TSM – Techniques Sciences Méthodes*, novembre-décembre 1983 : 577-582.
- Saegrov S, Schilling W (2004). Computer Aided Rehabilitation of Sewer and Storm water networks (CARE-S). *Actes de NOVATECH 2004. 5th International Conference on Sustainable Techniques and Strategies in Urban Water Management*. Lyon, 7-9 juin 2004. Villeurbanne (France) : GRAIE, 1641-1648.
- Satin M, Selmi B (1999). *Guide technique de l'assainissement. Moniteur référence technique*. Paris : Editions du moniteur.
- Sémiond A, Le Roux L (1999). *Analyse statistique des résultats d'inspections télévisées de collecteurs d'assainissement non visitables : études des facteurs de dégradation et analyse critique des données disponibles*. Mémoire de Projet d'Initiation à la Recherche Développement. Lyon : INSA / URGC, 61p. + annexes.
- Villeneuve J-P, Hamel P-J (1998). *Synthèse des rapports INRS-Urbanisation et INRS-Eau sur les besoins des municipalités québécoises en réfection et construction d'infrastructures d'eaux*. Rapport N° R-517b. Montréal et Sainte-Foy (Québec) : INRS (Institut National de la Recherche Scientifique, 50p.

**SÉLECTION DE COMMUNICATIONS RELATIVES À L'ACTION 2
DE L'OPÉRATION 5/6 DU PROJET NATIONAL RERAU :**

- Le Gauffre P, Joannis C, Gibello C, Breysse D (2002). Performance indicators and decision support for rehabilitation of sewer networks - Contribution of the French R&D RERAU Program. *In : Proceedings of SOM'2002 : Int. Conf. on Sewer Operation & Maintenance*, 26-28 novembre 2002, Bradford (UK). Actes sur CD-ROM.
- Le Gauffre P, Joannis C, Gibello C, Breysse D, Desmulliez J-J, Vasconcelos E (2003). Indicateurs de performance et aide à la décision pour l'inspection et la réhabilitation des réseaux d'assainissement. *In : Actes de la Conférence Internationale ASTEE (AGHTM). – EWA "Operation and maintenance of sewer and water pipes"*, 4-5 décembre 2003 – POLLUTECH – Paris, 139-149.
- Le Gauffre P, Joannis C, Gibello C, Breysse D, Desmulliez J-J, Wolff M (2004). Indicateurs de performance pour une aide à la décision concernant les inspections télévisées et les réhabilitations de collecteurs non visitables. *In : Actes de la conférence internationale NOVATECH'2004 "Sustainable techniques and strategies in urban water management"*. Villeurbanne (France): GRAIE (ISBN 2-9509337-6-9), 1617-1624.
- Le Gauffre P (2004). Réhabilitation des réseaux et méthodologie de gestion du patrimoine. *TSM – Techniques Sciences Méthodes*, juillet-août 2004 : 24-28.
- Vasconcelos E., Breysse D., Desmulliez J.J., Cholin B. (2003). Outils de simulation pour l'aide aux gestionnaires de réseaux d'assainissement. *In : Actes des Rencontres de l'AFGC (Association Française de Génie Civil)*, Paris (France), 2003.
- Vasconcelos E., Breysse D., Desmulliez J.J. (2004). Démonstrateur d'un outil d'aide à la gestion du patrimoine réseaux d'assainissement non visitables. *In : Actes des XXIèmes Rencontres Universitaires du Génie Civil. Université de Marne-la-Vallée, juin 2004*. Actes sur CD-ROM.

Page gauche blanche

INDEX DES FIGURES

Figure 1 : domaine d'action visé par le guide méthodologique RERAU5/6.	6
Figure 2 : estimation de l'évolution, entre 1962 et 1998, du linéaire de conduites d'eaux usées sur l'ensemble de la France métropolitaine (estimation OIEau).....	12
Figure 3 : schéma de principe reproduisant la logique de gestion du réseau.	22
Figure 4 : échelle du tronçon - ensemble des indicateurs de dysfonctionnement à une date donnée [tronçon n°220]	29
Figure 5 : échelle du tronçon - historique sur la période 2002-2051 de l'évolution de l'indicateur BOU (risque de bouchage). [tronçon n° 220].....	29
Figure 6 : échelle du réseau - historique sur la période 2002-2050 de l'évolution de l'indicateur de dysfonctionnement BOU (risque de bouchage).....	30
Figure 7 : échelle du réseau - historique sur la période 2002-2050 de l'évolution de l'indicateur EFF (risque d'effondrement).....	30
Figure 8 : évolution du nombre d'effondrements (sur une population de 2000 tronçons, taux annuel de réhabilitation = 0,5 %).....	31
Figure 9 : ensemble du réseau (2000 tronçons), répartition des tronçons aux états 1/2/3/4	31
Figure 10 : répartition des tronçons aux états 1/2/3/4, pour deux sous populations A et B	32
Figure 11 : plage d'incertitude du pourcentage effectif de tronçons en état 2, selon la taille de l'échantillon utilisé pour l'estimation.	33
Figure 12 : prédiction de 2007 à 2020 du nombre de tronçons à l'état 4, pour l'indicateur EFF ; comparaison de la valeur réelle et de la valeur estimée par calage avec observation sur 5 ans (2002-2006). de 8 % de la population.	35
Figure 13 : prédiction de 2007 à 2020 du nombre de tronçons à l'état 4 pour l'indicateur EFF ; comparaison de la valeur réelle et de la valeur estimée par calage avec observation sur 5 ans (2002-2006). de 100 % de la population.	35
Figure 14 : comparaison de l'évolution de la note de performance pour l'indicateur BOU pour une stratégie sectorielle S_0 et un taux d'intervention annuel variant de 1 % à 10 %	37
Figure 15 : comparaison de l'efficacité de différentes stratégies de curage pour un même taux d'intervention annuel (6 %) sur un réseau de 2 000 tronçons à travers une note de performance reposant sur l'indicateur de dysfonctionnement BOU et sur la vulnérabilité de la zone au débordement.	38
Figure 16 : nombre de bouchages urgents, cumulé de 2020 à 2030, pour les différentes stratégies et selon le degré de vulnérabilité au débordement (de V1 - non vulnérable, à V4 - très vulnérable)	39
Figure 17 : comparaison de l'évolution de performance pour une stratégie « sectorielle » S_0 (x % du réseau est réhabilité chaque année, le secteur géographique réhabilité tournant sur l'ensemble du réseau), pour des taux de réhabilitation variant de 0,2 à 5 %	39
Figure 18 : évolution du risque relatif estimé, pour la variable <i>âge</i> et pour le désordre <i>fissuration</i>	42
Figure 19 : évolution du risque relatif estimé, pour la variable <i>pente</i> et pour le dysfonctionnement <i>bouchage</i>	42

Figure 20 : fonctions de survie brutes pour l'indicateur de dysfonctionnement <i>EFF</i> construites à partir du suivi pendant 10 ans de 8 % de la population).....	44
Figure 21 : fonctions de survie brutes pour l'indicateur de dysfonctionnement <i>EFF</i> construites à partir du suivi pendant 50 ans de toute la population.	44
Figure 22 : interactions reproduites dans le <i>démonstrateur</i> entre défauts et dysfonctionnements	46
Figure 23 : construction des différentes familles d'indicateurs de performance.....	54
Figure 24 : relations entre les indicateurs d'impact à l'échelle du secteur (à droite). avec les dysfonctionnements à l'échelle du secteur (au centre). ou du tronçon (à gauche, en grisé).	60
Figure 25 : construction d'indicateurs permettant de définir et hiérarchiser des besoins en investigations, à partir d'un état estimé de chaque tronçon.	65
Figure 26 : construction d'indicateurs permettant de définir et hiérarchiser des besoins en réhabilitations, à partir d'un état observé de chaque tronçon.	66
Figure 27 : profils multicritères de 2 tronçons, en considérant 7 critères de décision.	70
Figure 28 : évolution des critères d'investigation et de réhabilitation au cours du temps.....	72
Figure 29 : exemple de fiche technique d'ouvrage (DO309). ; détail : vue 3D (CUS – Assainissement)....	176
Figure 30 : volume dépoté par km d'ouvrage selon le type d'ouvrage.	183
Figure 31 : visualisation cartographique des données de curage (Grand Lyon – Direction de l'eau)	184
Figure 32 : densité calculée et avis de l'expert, pour l'indicateur INF4-E/O-T.....	195
Figure 33 : distribution des notes calculées pour chaque groupe de tronçons (de gauche à droite : tronçons affectés par l'expert en niveau 1, 2, 3 puis 4).....	196
Figure 34 : tronçon classé en niveau 3 et présentant une concentration des désordres sur quelques sections.....	199
Figure 35 : tronçon classé en niveau 3 et présentant une répartition des désordres relativement homogène sur toute sa longueur	199
Figure 36 : fonctions de survie pour cinq états de dégradation successifs	201
Figure 37 : utilisation des fonctions de survie pour l'estimation de l'état d'un tronçon sans inspection préalable.	203
Figure 38 : utilisation des fonctions de survie pour l'estimation de l'état d'un tronçon à partir de l'état constaté lors de la dernière inspection.	204
Figure 39 : rappel sur le principe de formation des critères d'investigation et de réhabilitation	216
Figure 40 : utilisation des fonctions de survie pour évaluer l'indicateur EFF2-E/R-T	349
Figure 41 : estimation de l'état du tronçon à partir de l'état constaté lors d'une précédente inspection.	350
Figure 42 : procédure de base, appliquée à la définition de la zone d'influence d'une mise en charge.	378
Figure 43 : limitation de la propagation vers l'aval par un déversoir d'orage.....	378
Figure 44 : exemple de détection de zones de débordements potentiels et d'application de règles d'inhibition.	380

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : synthèse des 165 réponses à l'enquête de l'INRS-Urbanisation.....	8
Tableau 2 : application du modèle de l'INRS-Eau sur les 133 villes étudiées et extrapolation pour la province de Québec.	8
Tableau 3 : évaluation de l'état des patrimoines d'assainissement en Angleterre et au Pays de Galles, d'après l'OFWAT (2000).....	9
Tableau 4 : travaux relatifs aux collecteurs critiques (OFWAT, 2000).....	10
Tableau 5 : répartition des communes selon la fréquence d'inspection	10
Tableau 6 : l'évaluation du patrimoine en assainissement (Berland & Juery, 2002).....	12
Tableau 7 : problèmes de décision relatifs à la gestion d'un patrimoine de canalisations.	16
Tableau 8 : comparaison du démonstrateur et du simulateur opérationnel.....	26
Tableau 9 : extrait de la base de données (état initial)	27
Tableau 10 : présentation des indicateurs utilisés dans le démonstrateur	28
Tableau 11 : pourcentages de tronçons en niveau 1/2/3/4 pour l'indicateur <i>BOU</i> , sur l'ensemble du réseau.	33
Tableau 12 : estimation du pourcentage de tronçons en état 1/2/3/4, pour l'indicateur <i>BOU</i> , à partir d'échantillons de différentes tailles.	33
Tableau 13 : matrice des probabilités de transition de l'état <i>j</i> à l'état <i>k</i> , calée sur 5 ans avec 8 % de l'information.....	34
Tableau 14 : matrice des probabilités de transition de l'état <i>j</i> à l'état <i>k</i> , calée sur 5 ans avec 100 % de l'information.....	35
Tableau 15 : matrice de transition calée sur 5 ans dans le cas où le réseau n'est jamais entretenu.....	43
Tableau 16 : typologie des dysfonctionnements.....	50
Tableau 17 : typologie des impacts.....	50
Tableau 18 : table de définition d'un indicateur composite d'infiltrations (<i>INF7</i>), évalué à partir de deux indicateurs, l'un estimé à partir de facteurs de risque à l'échelle du tronçon (<i>INF5</i>), et l'autre à partir de mesures de débit à l'échelle du BV (<i>INF1</i>).....	56
Tableau 19 : extrait du tableau <i>INF4</i> pour l'utilisation des résultats d'une inspection visuelle.....	57
Tableau 20 : facteurs de vulnérabilité, en fonction des dysfonctionnements et de leurs impacts.....	58
Tableau 21 : définition des indicateurs d'impact en relation avec des dysfonctionnements à l'échelle du tronçon	59
Tableau 22 : définition des indicateurs d'impact en relation avec des dysfonctionnements à l'échelle du secteur	61
Tableau 23 : relations dysfonctionnement-impact représentées par les critères.....	67
Tableau 24 : critères pour la définition et la hiérarchisation des inspections et des réhabilitations	68
Tableau 25 : exemples de critères de synthèse pour le classement des tronçons	70

Tableau 26 : indicateurs évalués à partir de l'état observé.....	71
Tableau 27 : apports et limites du guide méthodologique pour la définition des problèmes et le choix de solutions de réhabilitation.	73
Tableau 28 : apports du guide méthodologique pour l'identification des investigations à réaliser.....	76
Tableau 29 : liste des indicateurs et critères relatifs à l'infiltration.....	87
Tableau 30 : relations entre indicateurs et critères relatifs à l'infiltration.....	88
Tableau 31 : liste des indicateurs et des critères relatifs à l'exfiltration.....	92
Tableau 32 : relations entre indicateurs et critères relatifs à l'exfiltration.....	92
Tableau 33 : indicateurs et critères relatifs à une réduction de la capacité hydraulique.	98
Tableau 34 : relations entre indicateurs et critères relatifs à une réduction de capacité hydraulique.	99
Tableau 35 : liste des indicateurs relatifs aux débordements.....	103
Tableau 36 : relations entre indicateurs relatifs aux débordements.....	103
Tableau 37 : indicateurs relatifs aux déversements.....	107
Tableau 38 : relations entre Indicateurs relatifs aux déversements.....	107
Tableau 39 : liste des indicateurs et critères relatifs à l'ensablement.....	114
Tableau 40 : relations entre indicateurs et critères relatifs à l'ensablement.....	115
Tableau 41 : liste des indicateurs et critères relatifs au dysfonctionnement bouchage.....	122
Tableau 42 : relations entre indicateurs et critères relatifs au bouchage.....	123
Tableau 43 : liste des indicateurs et critères relatifs à la dégradation du complexe sol-conduite.....	126
Tableau 44 : relations entre indicateurs et critères relatifs à la dégradation du complexe sol-conduite.	127
Tableau 45 : liste des indicateurs et critères relatifs à une attaque chimique.....	130
Tableau 46 : relations entre indicateurs et critères relatifs à une attaque chimique.....	130
Tableau 47 : recommandations de l'état du Queensland (Australie).....	131
Tableau 48 : liste des indicateurs et critères relatifs à l'intrusion de racines.....	133
Tableau 49 : relations entre indicateurs et critères relatifs à l'intrusion de racines.....	133
Tableau 50 : liste des indicateurs et critères relatifs à l'abrasion.....	136
Tableau 51 : relations entre indicateurs et critères relatifs à l'abrasion.....	136
Tableau 52 : liste des indicateurs et critères relatifs au dysfonctionnement Altération de l'intégrité structurale – Effondrement.....	139
Tableau 53 : relations entre indicateurs et critères relatifs au dysfonctionnement Altération de l'intégrité structurale – Effondrement.....	139
Tableau 54 : étude de l'impact <i>pollution des eaux de surface</i>	140
Tableau 55 : étude de l'impact <i>pollution du sol et des eaux souterraines</i>	142
Tableau 56 : étude de l'impact <i>nuisances d'origine hydraulique</i>	143
Tableau 57 : étude de l'impact <i>nuisances diverses</i>	144
Tableau 58 : étude de l'impact <i>dommages au bâti</i>	144
Tableau 59 : étude des impacts <i>surcoûts d'exploitation du réseau et surcoûts d'exploitation de la station d'épuration</i>	145
Tableau 60 : étude de l'impact <i>coût de la réduction de la durée de vie des conduites</i>	146
Tableau 61 : fréquence de documentation des variables.....	151
Tableau 62 : informations de base, pour l'évaluation des indicateurs.....	167
Tableau 63 : matériaux (et codes), définis dans la norme NF EN 13508-2 (tableau C-4).....	170

Tableau 64 : indicateurs simples (de premier niveau). attachés à un tronçon (T), à un bassin versant (BV). ou à l'ensemble du réseau (R).....	171
Tableau 65 : utilisation des résultats d'une inspection visuelle pour l'évaluation de l'indicateur INF4-E/O-T	194
Tableau 66 : résultats sur 76 tronçons, pour l'indicateur INF4, avec $P = 5m$ et $\alpha = 2$	195
Tableau 67 : comparaison des évaluations de INF4 (avis de l'expert vs calcul), pour 76 tronçons, avec $S1 = 1,75$; $S2 = 11$; $S3 = 25$	196
Tableau 68 : bilan des erreurs pour chaque avis de l'expert (en ligne)	197
Tableau 69 : bilan des erreurs pour chaque niveau calculé (en colonne)	197
Tableau 70 : comparaison des évaluations de INF4 (avis de l'expert vs calcul), pour 76 tronçons, avec $S2 = 11$ (et $S1 = 1,75$; $S3 = 25$)	197
Tableau 71 : bilan des erreurs en ligne (selon l'avis de l'expert).....	197
Tableau 72 : bilan des erreurs en colonne (selon le niveau calculé).....	197
Tableau 73 : sensibilité et spécificité en fonction du seuil $S2$	198
Tableau 74 : répartition des désordres pris en compte dans l'indicateur INF4-E/O-T, sur 2 tronçons exemples.....	200
Tableau 75 : résultats obtenus sur le cas de Dresde, d'après Baur & Herz (2002).....	202
Tableau 76 : typologie des dysfonctionnements.....	215
Tableau 77 : typologie des impacts.....	215
Tableau 78 : méthodes débitométriques et chimiques pour l'estimation des eaux parasites d'après (De Bénédictis, 2004).....	224
Tableau 79 : évaluation de INF3-O-T à partir des résultats d'une inspection visuelle.....	226
Tableau 80 : évaluation de l'indicateur INF4-E/O-T à partir des résultats d'une inspection visuelle.....	228
Tableau 81 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur INF5-E/R-T.....	229
Tableau 82 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur INF6-E/O-T	230
Tableau 83 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur INF7-C-T	231
Tableau 84 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur INF8-C-T	232
Tableau 85 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL1-INF-STEP-E/O-BV.....	234
Tableau 86 : évaluation de l'indicateur EXF4-E/O-T à partir des résultats d'une inspection visuelle.....	248
Tableau 87 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur EXF5-E/R-T	249
Tableau 88 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur EXF6-E/O-T	250
Tableau 89 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur EXF7-C-T.....	251
Tableau 90 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur EXF8-C-T.....	252
Tableau 91 : opérateur pour l'évaluation du critère I/PON1/EXF.....	254
Tableau 92 : opérateur pour l'évaluation du critère R/PON1/EXF	254
Tableau 93 : opérateur pour l'évaluation du critère I/DOB2/EXF	256
Tableau 94 : opérateur pour l'évaluation du critère R/DOB2/EXF	256
Tableau 95 : évaluation de l'indicateur HYD3-E/O-T à partir des résultats d'une inspection visuelle	259
Tableau 96 : opérateur pour HYD4-C-T si HYD2-O-BV est binaire.....	260
Tableau 97 : opérateur pour HYD4-C-T si HYD2-O-BV a 4 modalités.....	260
Tableau 98 : opérateur pour HYD5-C-T si HYD2-O-BV est binaire.....	261
Tableau 99 : opérateur pour HYD5-C-T si HYD2-O-BV a 4 modalités.....	261
Tableau 100 : opérateur pour l'évaluation du critère R/NUH5/DEB-TP/HYD	271

Tableau 101 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur NUH1	274
Tableau 102 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur NUH2	275
Tableau 103 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL7	277
Tableau 104 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL8	278
Tableau 105 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur PON1	279
Tableau 106 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur PON2	280
Tableau 107 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL3a	285
Tableau 108 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL3b	286
Tableau 109 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL4	287
Tableau 110 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL5a	288
Tableau 111 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL5b	289
Tableau 112 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur POL6	290
Tableau 113 : évaluation de l'indicateur ENS4-E/O-T à partir des défauts observés.....	292
Tableau 114 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur ENS5-C-T	293
Tableau 115 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur ENS6-C-T	294
Tableau 116 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur ENS7-C-T	295
Tableau 117 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur ENS8-C-T	296
Tableau 118 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur d'impact TRA1-ENS-E/O-T	305
Tableau 119 : évaluation du risque R à partir des résultats d'une inspection visuelle.	308
Tableau 120 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur BOU5-C-T	309
Tableau 121 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur BOU6-C-T	310
Tableau 122 : opérateur pour l'évaluation du critère I/NUH4/DEB/BOU	315
Tableau 123 : opérateur pour l'évaluation du critère R/NUH4/DEB/BOU.....	316
Tableau 124 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur d'impact TRA2-BOU-E/O-T.....	317
Tableau 125 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC1 (RERAU, 1998)	321
Tableau 126 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC2	322
Tableau 127 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC3	323
Tableau 128 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC4	324
Tableau 129 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC5-C-T	325
Tableau 130 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC6	326
Tableau 131 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC7-O-T	327
Tableau 132 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur DSC8-C-T	328
Tableau 133 : opérateur pour l'évaluation du critère I/CDV1/DSC	329
Tableau 134 : opérateur pour l'évaluation du critère R/CDV1/DSC	330
Tableau 135 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur ATC6-C-T.....	333
Tableau 136 : extrait de la norme EN 13508-2, observation « dégradation de surface »	335
Tableau 137 : évaluation de l'indicateur ATC7-O-T, attaque chimique, à partir des observations.....	335
Tableau 138 : opérateur pour l'évaluation du critère I/CDV2/ATC	336
Tableau 139 : opérateur pour l'évaluation du critère R/CDV2/ATC.....	337
Tableau 140 : essences à enracinement puissant ou susceptibles de produire une masse importante de radicelles (source : Grand Lyon / DGSUP / Dir. Voirie / Service études / Unité plantations).....	338
Tableau 141 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur RAC3-E/R-T	339

Tableau 142 : évaluation de l'indicateur RAC4-O-T à partir d'une inspection visuelle	340
Tableau 143 : opérateur pour l'évaluation du critère I/CDV3/RAC	341
Tableau 144 : opérateur pour l'évaluation du critère R/CDV3/RAC	342
Tableau 145 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur ABR3-E/R-T	344
Tableau 146 : éléments pour l'évaluation de l'indicateur ABR4-O-T à partir des résultats d'une inspection visuelle	345
Tableau 147 : opérateur pour l'évaluation du critère I/CDV4/ABR	346
Tableau 148 : opérateur pour l'évaluation du critère R/CDV4/ABR.....	347
Tableau 149 : évaluation de EFF3-E/O-T : prise en compte des désordres mineurs.....	351
Tableau 150 : évaluation de EFF3-E/O-T : prise en compte des désordres majeurs.....	351
Tableau 151 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur EFF4-C-T	352
Tableau 152 : opérateur pour l'évaluation de (EFF4 ⊗ EFF1)	353
Tableau 153 : opérateur pour l'évaluation de l'indicateur EFF5	353
Tableau 154 : opérateur pour l'évaluation du critère I/DOB1/EFF	355
Tableau 155 : opérateur pour l'évaluation du critère R/DOB1/EFF	356
Tableau 156 : opérateur pour l'évaluation du critère I/TRA1/EFF	357
Tableau 157 : opérateur pour l'évaluation du critère R/TRA1/EFF	358

412 Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains _____

Page gauche blanche

INDEX ALPHABÉTIQUE

Les numéros de page apparaissant en gras renvoient aux titres de paragraphes ou aux développements les plus importants.

A

Abrasion *voir* dégradation par
Altération *voir* dégradation
Ascendante *voir* démarche ascendante
Attaque chimique *voir* dégradation par
Auscultation **76** 124 168 175 327 328
Autorisation de rejet 59 **140** 235 283

B

Base de données *voir* information
Bassin versant **52**
Bâti **144**
Bouchage 28 33 38 64 68 **116** 137 178
 liste des indicateurs et critères **122**
 fiches des indicateurs et critères **307**
Branchement **7** 11 93 259 292 308 348
Budget **16** 36

C

Calage 34 35 193 **205** 207
Capacité hydraulique *voir* réduction de
Codage *voir* inspection
Corrosion *voir* dégradation par attaque
 chimique
Coût 13 39 40 47 **58** 209
 de curage 145 **302**
 de débouchage 145 **319**

 de la réduction de la durée de vie **146**
 de transport des effluents **242** 243
 d'exploitation du réseau **145**
 d'exploitation de la station **145** 239 240

Critère 14 16 17 49 **63** 67 68 69 72 73

Criticité *voir* critique

Critique 9 **14** 329

Curage **16** 108 145 158 178 179

 coût *voir* coût de curage

 taux 24 30 36 150 **291**

D

Débordement 37 38 52 67 73 **100** 143 377

 de temps sec 60 61

 de temps de pluie 60 61

 liste des indicateurs et critères **103**

 fiches des indicateurs et critères **272**

Défaut 11 26 46 **49** 54 56

 d'assemblage 194 **228** 248 259 292 384

 d'étanchéité **81** 89 227 247

 déformation **57** 228 248 384

 de géométrie **386**

 de raccordement **57** 194 228 248 387

 388

 estimé 16 **57** 65

 fissure 11 **57** 194 228 248 351 385

 observé **56**

 obstruction 51 **116** 372 387

Dégradation du complexe sol-conduite **124**
 liste des indicateurs et critères **126**
 fiches des indicateurs et critères **321**

Dégradation par attaque chimique **128**
 liste des indicateurs et critères **130**
 fiches des indicateurs et critères **331**

Dégradation par intrusion de racines **131**
 liste des indicateurs et critères **133**
 fiches des indicateurs et critères **338**

Dégradation par abrasion **134**
 liste des indicateurs et critères **136**
 fiches des indicateurs et critères **343**

Démarche ascendante **54**

Démarche descendante **54**

Dépôt *voir* ensablement

Désordre *voir* défaut

Déversement 52 61 73 93 **104** 105 377
 de temps sec 60 61 74 81 108 116
 de temps de pluie 60 61 93 104 105 108
 116 140
 liste des indicateurs et critères **107**
 fiches des indicateurs et critères **281**

Déversoir d'orage 52 **104** 378

Domage au bâti 89 137 **144**

Donnée *voir* information

Durée de vie *voir* coût de la réduction de la

Dysfonctionnement 28 46 **49** 50 53
 estimé **56-57**
 indicateurs **53**
 observé **53**
 typologie **50**

E

Échéance 23 28 35 38

Échelle 28 59-60 156 165 185
 d'espace **52-53** 56 59 60 152 216
 de temps **81**

Effondrement 9 28 57 93 124 **137** 144
 liste des indicateurs et critères **139**
 fiches des indicateurs et critères **348**

Ensablement 16 **108** 116 377
 liste des indicateurs et critères **114**
 fiches des indicateurs et critères **291**

Entretien **5-6** 36 150

Envasement *voir* ensablement

Estimation **56-57**
 à partir d'observations **56**
 à partir de facteurs de risque **57**

État **56-57**
 désordres *voir* défauts
 estimé **57**
 observé 56 **71**
 transition 34-36 41-43 201-202

Évolution 21 **23-...352**

Exfiltration 74-75 **89**
 liste des indicateurs et critères **92**
 fiches des indicateurs et critères **245**

F

Facteur *voir* risque

Flache 28 **386**

Fonction de survie **201-203**

G

Gravité **56-57** 193-194

H

Hiérarchisation 16 41 49 **63** 69 71

Hydraulique *voir* Réduction de la capacité

Hydrogène sulfuré (H₂S) **128** 332

I, J, K

Impact 16 **49**
 contribution à un **63-67**
 estimé **54**
 indicateurs **59-61**
 observé **54**
 typologie **50**

Indicateur 14 16 26 **49** 53-68 387

Infiltration 8 75 **81**
 liste des indicateurs et critères **87**
 fiches des indicateurs et critères **224**

Information 16 26 **52** 149
 codification **164-165** 381
 collecte **167** 174
 qualité 32 **165**
 références **164**

Inondation *voir* nuisance

Inspection
 codage 56 **381**
 programmes 6 10 16 **63** 70 153
 visuelle 57 **76**

Intervention 11 14 36-37 157 179 189

Inventaire 7-13 163-173

Investigation *voir* inspection, auscultation

L, M

Ligne d'eau 100 105 **377**

Matériau 13 27 51 128 131 134 151 167

Mesure 52 76 81 89 104

Mise en charge 49 52-53 93 165 **377**

Modèle 16 22
 de transition d'état 43 201-203
 de vieillissement 7 24 34 40 66
 hydraulique 377

Multicritère 16 **69-70**

N

Nappe
 pollution 58 89 **142** 253
 position par rapport à la 151 169 225
 226 245 321

Norme
 NF EN 752 **73** 371
 NF EN 13508 56 167 373 381

Nuisances
 diverses (sur le trafic...) 50 **144**
 d'origine hydraulique 50 **143**

O

Obstruction *voir* bouchage

Odeur **50**

Opérateur 53 **55** 66 207

P

Période de retour 257-258 **270**

Plainte 51 89 100 116 152-157 165

Pluie significative 272 273 281 282

Pollution
 des eaux de surface 59-61 **140**
 des eaux souterraines 59-61 **142**

Priorités 13 16 40 70 *voir* hiérarchisation

Profondeur 51 124 151 329

Programme
 d'investigation 6 10 14 16 **63** 153
 de réhabilitation 6 14 16 **63** 155

Q

Qualité
 des eaux souterraines 58 **142**
 des eaux superficielles 53 58 **140**
 des informations *voir* information
 objectifs de **58**

R

Racines *voir* dégradation par intrusion de

Réduction de la capacité hydraulique 50 **93**
 100 104 116
 liste des indicateurs et critères **98**
 fiches des indicateurs et critères **257**

Réhabilitation
 besoins estimés **9-13**
 corrective/curative **14** 50 108
 préventive **14-15** 36 50 51 137
 proactive **15** 50 124
 programmes de *voir* programme
 solutions environnementales **74**
 solutions hydrauliques **73**
 solutions structurelles **75**

Rejet *voir aussi* autorisation de
industriel **128**
Relevé **52** 175
d'ensablement 52 **108** 291
Rénovation 14 16 57 75 **199**
Réparation 14 16 57 75 **199**
Risque 5-6 14
facteurs de 17 41-42 52 **54** 206
relatif 41-42

S

Secteur 37-39 **52-53** 60-61 100 105 182
d'influence *voir* ligne d'eau
Sécurité 144
Sensibilité *voir* vulnérabilité
Séparatif 11 104 150
Station
d'épuration 12 58 59 61 81 140 145
de relèvement/refoulement 27 52 81 104
Stratégie 21 23 36 158
Surcoût *voir* coût
Surverse *voir* déversement

T

Tableau de bord 6 **14** 23 28 391
Temps sec / temps de pluie **60** 100 104-105
108 116 140-143
Trafic 50 52 **144** 151 348
Tronçon 28 **52-53** 59 *voir aussi* échelle
d'espace
Trop-plein 104

U, V

Unitaire 11 104 150
Valeur du patrimoine 9 12 160
Vanne 7 175 179 181
Vieillessement *voir* dégradation, modèle
Vulnérabilité 16 38-39 51 65-66
indicateurs de 54 **58-59**

W, X, Y, Z

Zone *voir* secteur
Zone d'influence *voir* ligne d'eau